

University of Windsor

Scholarship at UWindor

International Joint Commission (IJC) Digital
Archive

International Joint Commission

1993-06-01

Conseil des Gestionnaires de la Recherche des Grands Lacs. Rapport a la Commission Mixte Internationale. 1993

Conseil des Gestionnaires de la Recherche des Grands Lacs

Follow this and additional works at: <https://scholar.uwindsor.ca/ijcarchive>

Recommended Citation

Conseil des Gestionnaires de la Recherche des Grands Lacs (1993). Conseil des Gestionnaires de la Recherche des Grands Lacs. Rapport a la Commission Mixte Internationale. 1993. *International Joint Commission (IJC) Digital Archive*. <https://scholar.uwindsor.ca/ijcarchive/480>

This Report is brought to you for free and open access by the International Joint Commission at Scholarship at UWindor. It has been accepted for inclusion in International Joint Commission (IJC) Digital Archive by an authorized administrator of Scholarship at UWindor. For more information, please contact scholarship@uwindsor.ca.

00480

GLC ZZ... IJC130 ..CS3 FRE 1993

Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs
RAPPORT DE 1993 À LA
COMMISSION MIXTE INTERNATIONALE



Commission mixte internationale
International Joint Commission



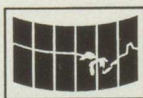
Counseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs
RAPPORT DE 1993 À LA
COMMISSION MIXTE INTERNATIONALE



ISBN 1-895085-60-8



Imprimé au Canada sur papier recyclé



Commission mixte internationale
International Joint Commission



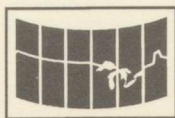
Le Nouvel An

Le tableau en couleur reproduit dans ce rapport est *Le Nouvel An* de Roy Thomas. L'artiste commente ainsi son oeuvre :

«Le nouvel an est le moment de l'année où tous les gens fêtent le début d'un nouveau cycle de la nature. Le cercle à droite est l'emplacement de l'auteur de nos jours, le Créateur; il représente également le soleil qui est source de vie, le feu. C'est à ce moment-là que les oiseaux naissent. (Voyez le petit oiseau à l'intérieur du gros). De plus, les animaux donnent naissance à leurs petits et les poissons fraient. C'est le cycle de la nature et c'est cela aussi que nous fêtons. Ils représentent aussi le don de la vie. L'oiseau symbolise l'air, les animaux la terre et les poissons l'eau.

Les multiples coloris se répandent partout, illustrant le nouveau cycle de vie qui nous est offert par notre Créateur. En outre, les oiseaux, les animaux et les poissons ont toujours été utiles aux humains en les nourrissant».

Né en 1949 à Longlac (Ontario), M. Thomas est membre de la tribu Ojibwa. Son nom en langue ojibwa, Gahgahgeh, signifie «corbeau». Ce nom lui vient de sa grand-mère, qui l'avait surnommé ainsi car il s'occupait lorsqu'il était jeune d'un corbeau orphelin, qui est revenu le voir chaque printemps pendant des années.



Commission mixte internationale
International Joint Commission

Le 1^{er} juin 1993

Windsor (Ontario)

Commission mixte internationale
États-Unis et Canada

À l'intention des membres de la Commission

C'est avec grand plaisir que le Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs soumet son Rapport de 1993 à la Commission mixte internationale. Le rapport explique comment nous avons poursuivi notre principal objectif de renforcer la capacité de la Commission d'exercer de façon efficace le leadership et d'assurer l'orientation, le soutien et l'évaluation des programmes de recherche des Grands Lacs. Nous décrivons également comment la communauté scientifique a abordé les priorités que vous aviez établies pour cette période biennale.

Nous souhaitons attirer votre attention sur une courte liste de recommandations figurant à la fin du rapport. Quatre de ces recommandations demandent une intervention de la part de la Commission laquelle, à notre sens, permettrait de mieux répondre à vos besoins en matière d'information au cours de la prochaine période biennale. Les neuf autres recommandations visent à aider les Parties à fixer les priorités de la recherche. Les membres du Conseil estiment qu'il s'agit d'enjeux importants et tenteront de les mettre en oeuvre eux-mêmes si le financement alloué le leur permet.

Le Conseil espère avoir l'honneur de présenter ce rapport en personne à la Commission et au public à l'occasion de la Réunion biennale de 1993 sur la qualité de l'eau dans les Grands Lacs.

Veuillez agréer l'expression de nos sentiments respectueux,

Jon G. Stanley
Coprésident (États-Unis)

J. Roy Hickman
Coprésident (Canada)



1. The first part of the report is a general introduction to the subject of the study.

2. The second part of the report is a detailed description of the methods used in the study.

3. The third part of the report is a discussion of the results of the study.

4. The fourth part of the report is a conclusion and a list of references.

5. The fifth part of the report is a list of appendices.

6. The sixth part of the report is a list of figures and tables.

7. The seventh part of the report is a list of footnotes.

8. The eighth part of the report is a list of references.

9. The ninth part of the report is a list of appendices.

10. The tenth part of the report is a list of figures and tables.

11. The eleventh part of the report is a list of footnotes.

12. The twelfth part of the report is a list of references.



Table de matières

Préface	ix
Remerciements	x
1.0 LES DÉFIS DE LA RECHERCHE DANS LE BASSIN DES GRANDS LACS ET DU SAINT-LAURENT DANS LES ANNÉES 1990	1
1.1 Contexte historique	1
1.2 La démarche écosystémique	1
1.3 L'amélioration de la communication et de la coopération	2
1.4 L'engagement à long terme	3
2.0 L'APPROCHE ADOPTÉE PAR LE CONSEIL DES GESTIONNAIRES DE LA RECHERCHE DES GRANDS LACS EN MATIÈRE DE GESTION DE LA RECHERCHE	5
2.1 La situation des programmes de recherche actuels	5
2.2 La stratégie des orientations futures de la recherche	6
2.2.1 Les substances toxiques	6
2.2.2 La protection et la restauration de l'habitat	7
2.2.3 La protection de la santé humaine et de la santé des autres espèces de l'écosystème	8
2.2.4 L'activité socio-économique et l'intégrité de l'écosystème	9
2.3 L'élaboration d'un cadre pour déterminer les priorités en matière de recherche et de coopération	10
3.0 ÉTAT ET ÉVALUATION DE L'INVENTAIRE DE LA RECHERCHE SUR LES GRANDS LACS ET LE SAINT-LAURENT	13
3.1 La recherche pertinente dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent	13
3.2 Évaluation de la recherche sur les Grands Lacs et le Saint-Laurent	14
3.3 Les priorités de la Commission mixte internationale	15
3.3.1 L'élimination virtuelle des substances toxiques persistantes	15
3.3.2 Les effets sur la santé humaine des contaminants des Grands Lacs	17
3.3.3 La contamination des eaux souterraines	19
3.3.4 Les dépôts atmosphériques	19
3.3.5 Les plans d'action correctrice et les voies interlacustres	20
3.4 Autres domaines de recherche de l'inventaire	21
3.4.1 Le changement climatique	21
3.4.2 Autres impacts et questions	21
3.4.3 Les espèces non indigènes	23
3.4.4 Les milieux humides	25
3.5 Annexe 17 - Recherche et développement	26
4.0 STRATÉGIE RELATIVE AUX ORIENTATIONS FUTURES DE LA RECHERCHE SUR LES GRANDS LACS ET LE SAINT-LAURENT	29
4.1 La stratégie de la recherche relative aux substances toxiques	30
4.2 La stratégie de la recherche relative à la protection et à la restauration de l'habitat	31
4.3 La stratégie de la recherche relative à la protection de la santé humaine et de la santé des autres espèces de l'écosystème	32
4.4 La stratégie de la recherche pour l'activité socio-économique et l'intégrité de l'écosystème	35
4.5 Les liens entre les stratégies de recherche	36
5.0 ÉLABORATION D'UN CADRE POUR LA DÉTERMINATION DES PRIORITÉS POUR LA RECHERCHE	37
5.1 Processus et cadre écosystémique pour la prise de décisions et la coordination de la recherche	37
5.2 Exercice d'élaboration du cadre	37
5.3 L'écosystème du lac Érié - Une étude de cas	38
6.0 RECOMMANDATIONS	41
7.0 BIBLIOGRAPHIE	42

ANNEXES

I	Sommaire des effets de la pollution sur la santé en Europe de l'Est	43
II	Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs - Mandat	53
III	Liste des membres	54
IV	Les publications de la Cmi suivantes résultent des initiatives du Conseil de 1985 à 1993	56
V	Codes de classification utilisés dans les inventaires de la recherche	57

LISTE DES TABLEAUX

2.1	Disparition des milieux humides dans la région des Grands Lacs	8
3.1	Recherche en 1990-1991 et 1991-1992 portant sur l'élimination virtuelle des substances toxiques persistantes	16
3.2	Recherche portant sur les questions relatives à la santé humaine dans les Grands Lacs, 1990-1992	18
3.3	Recherche sur les eaux souterraines reliés aux annexes de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs en 1991-1992	19
3.4	Recherche portant sur les dépôts atmosphériques de substances toxiques, 1990-1992	20
3.5	Recherche portant sur les plans d'action correctrice et les voies interlacustres dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent, 1991-1992	21
3.6	Recherche portant sur le changement climatique dans les Grands Lacs, 1990-1992	22
3.7	Recherche portant sur les autres impacts et enjeux des Grands Lacs, 1990-1992	23
3.8	Recherche portant sur les espèces non indigènes, 1990-1992	24
3.9	Recherche sur les espèces non indigènes, 1990-1992	24
3.10	Recherche sur les espèces non indigènes dans le lac Érié (incluant le lac St. Clair), 1991-1992	25
3.11	Recherche sur les milieux humides reliés aux annexes de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs en 1991-1992	26
3.12	Recherche portant sur les domaines répertoriés à l'annexe 17 de l'Accord relatif à la qualité	27

Préface

Le présent Rapport biennal 1993 constitue la première occasion pour le Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs de faire état, sur une base indépendante, de ses activités à la Commission mixte internationale. Auparavant, le Conseil rendait compte à la Commission par le biais des coprésidents du Conseil consultatif scientifique car le Conseil a été mis sur pied pour renforcer la capacité du Conseil consultatif scientifique d'exercer le leadership et d'assurer l'orientation, le soutien et l'évaluation des programmes de recherche des Grands Lacs. En vertu du nouveau mandat, établi en 1991, le Conseil doit compiler un inventaire de la recherche déterminant les besoins en la matière et coordonner ces projets de recherche. Tout en rendant compte des progrès réalisés dans la poursuite de nos objectifs, nous avons élargi le territoire géographique et les intervenants couverts pour inclure le fleuve Saint-Laurent; par conséquent, nous parlerons dorénavant de l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent.

Le rapport passe du présent au futur et s'articule en trois sections principales traitant des recherches en cours, de la stratégie pour la recherche future et de l'élaboration d'un cadre pour la détermination des besoins et des priorités en matière de recherche. En conséquence, nous commençons par faire état de l'achèvement de l'inventaire des projets de recherche portant sur les

priorités de la Commission, sur d'autres champs thématiques ainsi que sur l'annexe 17 de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs. Il ressort de l'analyse de cet inventaire que la communauté des chercheurs scientifiques s'est attaqué à bon nombre de problèmes complexes, incluant les recherches sur les priorités arrêtées par la Commission. Deuxièmement, nous faisons part de nos opinions sur les différentes avenues que prendra la recherche dans les années 1990 et expliquons comment, à titre de gestionnaires des organismes de recherche, nous pensons nous attaquer aux problèmes tant urgents que chroniques du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Enfin, nous faisons état de l'élaboration d'un cadre, ou processus de prise de décisions, pour la détermination des priorités en ce qui concerne les recherches devant être menées dans l'optique de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs.

Une caractéristique du présent rapport est que les résultats des recherches pilotées par les organismes membres sont présentés dans des encadrés tout au long du document. L'espace disponible ne nous permettant pas de mentionner tous les résultats pertinents, le lecteur désireux d'en savoir plus est prié de consulter les inventaires de la recherche.

Toutes les sommes mentionnées dans le présent rapport sont en dollars américains.

Remerciements

La préparation du rapport est l'initiative du Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs, coprésidé par Roy Hickman (Canada) et Jon Stanley (États-Unis). Nous souhaitons souligner la précieuse contribution de tous les membres du Conseil à l'élaboration du présent rapport, en particulier le comité du rapport biennal du Conseil, présidé par Rod Allan et secondé par John Cooley, Nelson Thomas, Bob Werner et Doug Haffner. Nous témoignons également notre reconnaissance aux entrepreneurs et au personnel de la Commission mixte internationale qui ont collaboré à la production du rapport : Zsolt Kovats, Ed Mazak et Sandra Parker pour la préparation des inventaires de la recherche pour 1990-1991 et 1991-1992 et, partant, les bases du chapitre 3.0, Karen Jeffrey pour le traitement électronique du document, Michael Gilbertson pour l'examen technique et Franck Bevacqua pour l'édition du manuscrit. Les agents de liaison du Conseil au sein de la Commission mixte internationale, Andy Hamilton et Bruce Bandurski, ont fourni des informations utiles sur le processus de la Commission. Peter Seidl, secrétaire du Conseil depuis trois ans, a joué un rôle crucial au chapitre du soutien des efforts collectifs du Conseil et de l'élaboration de ce premier Rapport biennal à la Commission.

Sources des photos illustrant les points saillants : (page 6) Ohio Sea Grant College Program; (page 7 - haut) Centre technique des eaux usées; (page 8) Joan Elias, U. of Wisconsin; (page 9) Santé et Bien-Être social Canada; (page 10) Great Lakes Institute; (page 17) Plan de mesures correctrices, Rive Nord du lac Supérieur; (page 18) Santé et Bien-Être social Canada; (page 20) Frank Bevacqua; (page 22) John Laflen, U.S. Department of Agriculture; (page 25) S. Jerrine Nichols, USFWS; (page 29) Centre technique des eaux usées; (page 31) Ohio Sea Grant College Program; (page 36) Bob Werner, SUNY.

1.0 Les défis de la recherche dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent dans les années 1990

1.1 Contexte historique

La communauté scientifique des Grands Lacs a joué un rôle central au chapitre de la sensibilisation des gouvernements et du public vis-à-vis de la nécessité de se pencher sur les incidences des activités humaines sur le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Dans les années 1950 et 1960, des chercheurs travaillant tant individuellement qu'en équipe ont focalisé l'attention du public sur des problèmes comme l'eutrophisation, ce qui a eu notamment comme conséquence directe la formulation d'un renvoi par les gouvernements des États-Unis et du Canada auprès de la Commission mixte internationale en 1964 pour étudier le problème de la pollution du lac Érié, du lac Ontario et de la section internationale du fleuve Saint-Laurent et faire état des résultats de ces études. Les recommandations formulées par la Commission en vertu de ce renvoi ont constitué la base de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, entériné par les deux gouvernements en 1972.

Dans les années 1970, les recherches entreprises conformément à l'Accord, de même que d'autres études, ont permis de faire progresser les travaux dans le cadre de deux renvois majeurs auprès de la Commission. Tant le Groupe de consultation de la partie supérieure des Grands Lacs que le Groupe de consultation sur les pollutions dues aux utilisations des terres, communément désigné par l'acronyme GSPUT, ont mis en lumière la question des substances toxiques dans le bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent et ont focalisé l'attention sur les dangers causés par ces dernières. Ces études, de même que les rapports du Conseil consultatif de recherche sur les Grands Lacs de la Commission (devenu depuis le Conseil consultatif scientifique des Grands Lacs), ont attiré l'attention sur la nécessité d'adopter une démarche écosystémique pour restaurer l'intégrité de l'écosystème du bassin des Grands Lacs. En 1978, un nouvel Accord relatif

à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs incorporant ces principes a remplacé l'accord précédent et la démarche écosystémique a depuis lors été largement adoptée, tant en Amérique du Nord que dans le reste du monde.

Le Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs a été investi par la Commission du mandat de faire état des effets de l'exposition de l'environnement à une grave pollution en Europe de l'Est. Les informations récentes indiquent sans ambiguïté que les effets sur la santé humaine observés en Europe de l'Est sont associés à des problèmes de contamination chimique de l'environnement (annexe 1) et qu'il y a des leçons importantes à tirer de cette association.

1.2 La démarche écosystémique

Le Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs recommande que la communauté des chercheurs du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent privilégie davantage une approche globale pour la définition des priorités futures en matière de recherche pour le bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, en mettant en oeuvre des études multidisciplinaires intégrées à l'échelle binationale, conformément à la définition donnée dans la stratégie générale du Conseil en matière de protection de l'intégrité de l'écosystème.

Les gestionnaires de la recherche du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent doivent travailler à promouvoir, développer et mettre en pratique la démarche écosystémique de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs. Le défi que représente la mise en oeuvre de la démarche écosystémique est d'admettre le degré

d'incertitude propre aux systèmes biophysiques et sociaux et de faire de l'influence exercée par les actions humaines un principe directeur des nouveaux concepts de recherche. Les gestionnaires de la recherche doivent développer le concept du plan de gestion de l'écosystème panlacustre afin de traduire la considération pour les systèmes dans leur ensemble et non pas seulement pour leurs éléments les plus dégradés. De tels efforts pourraient s'inspirer de l'élaboration des plans d'action correctrice. Le moment est venu, dans les années 1990, d'harmoniser les perspectives de notre société en ce qui concerne l'avenir des ressources précieuses et uniques du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. De cette harmonisation doivent émerger des programmes de recherche judicieux et solides, guidés par les besoins en matière d'information de la gestion des écosystèmes et canalisés vers les solutions voulues.

Les gestionnaires de la recherche doivent encourager plus particulièrement les travaux transdisciplinaires et interdisciplinaires afin d'examiner les liens entre des domaines de recherche qui ont toujours été traités comme des entités distinctes. L'élaboration de programmes de recherche interdisciplinaires est essentielle au soutien des analyses globales requises pour réagir efficacement à l'essor des activités humaines ayant un effet sur l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Quiconque ayant un intérêt dans l'utilisation et la protection des ressources du bassin doit participer à la définition de ces besoins en matière de recherche.

Des recherches s'imposent pour trouver des moyens nouveaux et meilleurs d'évaluer et de décrire l'état des écosystèmes des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Les critères de qualité de l'eau traditionnels basés sur la concentration des substances chimiques, la productivité et la demande biologique en oxygène ne permettent pas de décrire de manière exhaustive la qualité de l'écosystème. On travaille actuellement à élaborer des critères permettant

d'évaluer l'état des écosystèmes des Grands Lacs et du Saint-Laurent, par la mesure notamment de paramètres tels que le caractère adéquat et la disponibilité de l'habitat des espèces indigènes et souhaitables, la dégradation faiblement perceptible de la qualité de l'intégrité biologique résultant de la toxicité chronique, la diversité et la richesse des espèces ainsi que la capacité de récupération des écosystèmes après un stress.

La pleine compréhension de l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent passe par l'établissement de liens entre l'écologie et l'économie. L'écologie a incorporé l'économie humaine, ainsi que la transformation de l'énergie et des matériaux, et en a fait des parties intégrantes de l'écosystème. En revanche, le modèle économique général traite l'économie comme une entité indépendante et séparée de la nature. Aux dires des gestionnaires de la recherche, la survie de l'humanité est tributaire de l'intégrité de l'écosystème, laquelle est menacée par l'activité économique sans toutefois être considérée dans les analyses. Il est nécessaire d'élaborer des indicateurs économiques ayant une base écologique et qui sensibilisent les processus économiques à la dynamique de l'écosystème.

Les activités de modélisation sont appelées à prendre de l'importance au cours des années 1990. Les modèles numériques sont un excellent moyen de faire la synthèse des données et de mieux comprendre les processus qui permettent les prédictions à des fins de gestion. Ils sont également utiles au chapitre de la communication des stratégies, de l'explication des résultats au public et de l'établissement de liens entre les sciences et la politique et la gestion. La récente initiative du Conseil concernant l'élaboration d'un cadre écosystémique pour le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent illustre la manière dont les données peuvent être synthétisées et appliquées à une fin utile. La recherche interdisciplinaire doit adopter une démarche globale lorsqu'elle se penche sur les questions comme la santé humaine et doit prendre en considération les aspects tels l'incidence possible sur les systèmes de soins de santé canadiens et américains de la dégradation de l'intégrité de l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent.

1.3 L'amélioration de la communication et de la coopération

À titre de gestionnaires de la recherche, nous avons la responsabilité de veiller à ce que les informations découlant de nos efforts soient présentées et interprétées de la meilleure manière possible aux fins de la prise de décisions. Notre engagement vis-à-vis de la démarche écosystémique pour comprendre et répondre les problèmes du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent signifie que nous ne nous bornons pas à l'échange de données entre les chercheurs, mais que nous acceptons au contraire le défi de situer les données dans le contexte des systèmes sociaux, économiques et écologiques interdépendants qui constituent l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent.

Pour relever ce défi, nous expérimentons dans nos laboratoires et établissements de nouveaux outils permettant d'analyser et de visualiser les interactions complètes, des méthodes plus perfectionnées pour définir et quantifier la vitalité, la résilience, l'intégrité et la santé de l'écosystème, des moyens plus efficaces de présenter les autres scénarios possibles s'appuyant sur des modèles de dynamique incertaine des systèmes, ainsi que de nouvelles formes de simulation de conditions environnementales et de prises de décision. Si nous voulons que ces outils soient régulièrement utilisés pour les fins de l'amélioration du processus de prise des décisions relatives aux Grands Lacs, il nous faut disposer d'un soutien constant pour poursuivre leur mise au point et leur application.

Nous recommandons que la Commission reconnaisse l'importance des réalisations en matière de communication et de prise de décision en poursuivant et en élargissant son soutien des efforts du Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs pour l'élaboration d'un cadre écosystémique d'aide à la décision.

Les représentations de l'écosystème doivent être faciles à utiliser et permettre de mieux appréhender l'importance économique et écologique des Grands Lacs. Elles doivent être conçues pour donner les pleins pouvoirs aux utilisateurs et pour élargir les possibilités de participer à la définition des problèmes, à la détermination des buts et à l'établissement des priorités en toute connaissance de cause. Parmi les activités de la communauté scientifique dans ce domaine figurent l'intégration des modèles de devenir et de transport des substances toxiques aux systèmes d'information géographique, l'intégration des modèles des effets sur la santé aux modèles de bilan massique, ainsi que d'autres manières d'intégrer et de mettre en évidence les processus écosystémiques interdépendants.

Nous recommandons que la communauté scientifique élabore des outils de communication et d'éducation permettant de décrire et de montrer les informations relatives aux écosystèmes en coopération avec les utilisateurs, incluant les gestionnaires des ressources, les dirigeants politiques, les groupes de citoyens et les représentants du secteur des affaires et de l'industrie.

La communauté scientifique pourrait offrir au public intéressé de jouer un rôle plus actif sur le plan du choix des buts et des priorités en vertu de l'Accord et susciter un appui et un intérêt plus larges à l'égard des efforts de recherche requis. De tels processus de planification faisant intervenir le public seront difficiles et lents à matérialiser mais, en vertu de la démarche écosystémique, toutes les stratégies correctrices sont considérées comme des éléments de la relation liant l'être humain et son milieu naturel. Pour le gestionnaire de la recherche, cela signifie qu'il faut faire une plus large place à l'évaluation de l'intégrité des systèmes naturels et sociétaux, aux recherches scientifiques interdisciplinaires, à la planification globale ainsi qu'à la gestion adaptative ou préventive. La gestion expérimentale adaptative est une approche puissante en matière de recherche qui se prête particulièrement bien à une utilisation accrue dans les

années 1990. Les plans d'action correctrice constituent une plate-forme idéale pour l'application des concepts et des idées élaborés par les chercheurs au cours des vingt dernières années. Cette approche mettant en relation l'action et la recherche offre aux chercheurs des occasions uniques de faire valoir le caractère utile de leur travail et de gagner l'appui du public.

Les chercheurs doivent unir leurs efforts pour utiliser de meilleurs outils de communication et jeter des ponts entre l'action et la recherche. La communauté des Grands Lacs et du Saint-Laurent a été un chef de file en matière de planification concertée interorganisationnelle, et ce depuis le premier Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs en 1972. Le Conseil, lui-même vérificateur des activités de recherche, est l'illustration de l'engagement constant vis-à-vis de l'amélioration de la concertation, de l'efficacité et des partenariats entre les différentes organisations. L'élaboration par le Conseil d'un inventaire exhaustif des recherches témoigne des efforts consentis pour améliorer la communication et la concertation.

Nous recommandons que l'inventaire des recherches soit poursuivi et mis à jour périodiquement.

La poursuite et la mise à jour de l'inventaire des recherches faciliteraient le processus de synthèse et de réévaluation des données et des résultats expérimentaux disponibles et favoriseraient l'établissement de priorités en matière de recherche à l'appui d'une stratégie de gestion binationale.

Une réduction significative des concentrations de certains contaminants présents dans l'environnement et le biote a été obtenue par l'élimination, la substitution ou la réutilisation de ces substances dans des procédés industriels et des produits commerciaux. La recherche et le développement de technologies, de procédés et de matériaux de substitution sont un impératif si l'on veut réduire l'utilisation, le transport et l'élimination des contaminants préoccupants dans l'ensemble du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Notre expérience a démontré que les travaux de recherche concertés du gouvernement et de

l'industrie peuvent constituer un moyen efficace de mettre de l'avant des technologies et des produits qui allient viabilité économique et respect de l'environnement.

Nous prions instamment la Commission de recommander que les Parties continuent à accorder la plus grande importance à la recherche, à la mise au point et à la mise en oeuvre d'initiatives de prévention de la pollution, notamment au chapitre des sources ponctuelles et de l'optimisation des procédés.

Parmi les activités devant être encouragées figurent notamment la mise au point de procédés techniques de substitution par des recherches concertées du gouvernement et de l'industrie, et l'élaboration d'outils à vocation éducative afin de promouvoir la prévention de la pollution par les consommateurs, le secteur privé et le gouvernement.

1.4 L'engagement à long terme

La nature imprévisible du financement de la recherche par les deux nations a des répercussions directes sur la cohérence et la performance des programmes relatifs aux Grands Lacs et au Saint-Laurent. À l'heure actuelle, les ressources binationales allouées à la recherche écosystémique sont pratiquement inexistantes.

Nous recommandons que la Commission continue à s'appuyer sur des critères scientifiques de qualité dans son évaluation des politiques et prions instamment la Commission de recommander que les Parties soutiennent des programmes de recherche à long terme afin de maintenir l'intensité des efforts déployés par les chercheurs.

Cette approche de la coordination de la recherche favorisera la cohérence et le

choix d'options judicieuses et bénéfiques pour la communauté des Grands Lacs et du Saint-Laurent.

Les gestionnaires de la recherche doivent sans cesse veiller à l'équilibre entre les deux pôles de la fragmentation excessive du personnel et des ressources et de la diversification des projets qui semble nécessaire pour soutenir les laboratoires et les chercheurs scientifiques lorsque les sources de financement et les priorités ne sont pas clairement définies. Le gestionnaire a la tâche d'équilibrer le temps consacré par le personnel à la recherche et au soutien des programmes opérationnels. Les années 1980 ont vu les budgets et les effectifs décroître, parallèlement à une montée de l'inflation et à une intensification de la compétition pour l'obtention du financement gouvernemental. Si cette tendance se maintiendra vraisemblablement dans les années 1990, les chercheurs et les gestionnaires ont cependant réalisé qu'en matière de programmes, il est impossible de continuer indéfiniment de faire plus avec moins. Il nous faut poursuivre l'exploration et la multiplication des partenariats en recherche avec les établissements universitaires tant canadiens qu'américains, sur le modèle des réseaux éducatifs tels le National Sea Grant College Program américain, le Fonds pour la recherche universitaire des Grands Lacs d'Environnement Canada et l'initiative inter-conseils du Conseil national de recherche du Canada.

Dans les premières années de l'Accord, les chercheurs étaient souvent considérés comme des porteurs de mauvaises nouvelles et des obstacles au progrès. Ils trouvaient sans cesse de nouveaux problèmes, mais rarement les solutions ou les remèdes. Que ces critiques soient bien fondées ou non, le public est peu enclin à soutenir l'accroissement, ou peut-être même le maintien, des budgets alloués à la recherche. La coupure des budgets de recherche est à priori une opération sans douleur; si les quelque 100 millions de dollars alloués chaque année à la recherche sur les Grands Lacs étaient coupés demain, le public n'observerait aucun effet immédiat autre que les économies réalisées. Toutefois, les répercussions à long terme de la réduction des budgets de recherche pourraient être dévastatrices pour le développement durable

dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent et toucheraient le recrutement, la formation et la création de la nouvelle génération de scientifiques dont on aura besoin au cours du prochain siècle.

Nous recommandons que la communauté scientifique soutienne l'éducation scientifique générale afin d'encourager le recrutement, la formation et la création d'une nouvelle génération de chercheurs scientifiques, de développer la culture scientifique du public et de promouvoir auprès des citoyens une éthique de la prévention de la pollution et de la conservation.

Nous recommandons que la Commission apporte son appui au Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs pour évaluer les exigences qu'entraînent le recrutement, la formation et la création d'une nouvelle génération de chercheurs scientifiques.

Dans les années 1990, la communauté scientifique continuera de faire face aux défis que constituent la supplantation des programmes de base de recherche à long terme par les «projets de crise» caractérisés par un financement à court terme assorti de conditions libérales et par des objectifs étroitement définis. On ne réalise pas toujours immédiatement que le succès de telles entreprises à court terme dépendra, dans une grande mesure, des connaissances accumulées par les recherches relevant des programmes de base. De fait, la compréhension des écosystèmes, incluant les systèmes naturels et technologiques, et, partant, la capacité des établissements de recherche de réagir rapidement et efficacement à des besoins de crise sont subordonnées à l'existence de projets de recherche à long terme.

2.0 L'Approche adoptée par le Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs en matière de gestion de la recherche

L'approche adoptée par le Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs en ce qui concerne la gestion de la recherche sur les Grands Lacs et le Saint-Laurent s'appuie sur les principes suivants :

- 1) La connaissance de la situation des programmes de recherche actuels
- 2) L'élaboration d'une stratégie pour les orientations futures de la recherche
- 3) Le recours à un cadre pour déterminer les priorités en matière de recherche et les axes de coopération

Ces trois volets de l'approche sont brièvement décrits ci-dessous, mais sont développés en détail dans les chapitres qui suivent.

2.1 La situation des programmes de recherche actuels

Un volet essentiel de l'approche du Conseil est de présenter une vue d'ensemble, ou un instantané, des projets et des programmes de recherche existants sur les Grands Lacs et le Saint-Laurent à l'intention de toutes les parties intéressées par l'inter-médiaire de l'*Inventaire de la recherche sur les Grands Lacs et le Saint-Laurent* (Commission mixte internationale, 1992a et 1993).

L'*Inventaire de la recherche sur les Grands Lacs et le Saint-Laurent* fournit de précieuses informations de base sur les activités de recherche financées par les gouvernements qui ont trait à la mise en oeuvre de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs.

Au moment de leur publication, les deux inventaires de la recherche représentaient les programmes de recherche collective aux États-Unis et au Canada de 53 organismes fédéraux en 1990-1991 et de 64 organismes en 1991-

1992. On dénombrait au total 697 projets de recherche menés dans 180 établissements en 1990-1991, et 1015 projets pilotés par 307 établissements en 1991-1992. Le montant total du financement s'élevait à approximativement 77 millions de dollars dans l'inventaire de 1990-1991 et à quelque 107 millions de dollars dans l'inventaire de 1991-1992. Les établissements membres du Conseil représentent approximativement 75 % de ce total pour les deux inventaires. Il s'agit d'estimations prudentes des travaux de recherche pertinents financés au Canada durant les exercices 1990-1991 et 1991-1992 (1^{er} avril au 31 mars) et aux États-Unis durant les exercices 1991 et 1992 (1^{er} octobre au 30 septembre). Les sommes en jeu apparaissent infimes comparées aux 34 milliards de dollars par année investis dans la gestion des éco-systèmes aux États-Unis seulement (De Gennaro et Kripke, 1993).

Le tableau suivant montre différentes catégories de l'inventaire 1991-1992 et leur importance en pourcentage du nombre total de projets et du financement associé :

Catégorie de recherche	Financement	
	Projets	connexe
Substances toxiques	54 %	63 %
Eutrophisation	3 %	3 %
Autres impacts et questions	4 %	3 %
Éléments et processus de l'écosystème	17 %	14 %

En comparaison avec les résultats de l'examen des projets de recherche sur les Grands Lacs de 1982 préparé par le Conseil consultatif scientifique des Grands Lacs, les recherches gouvernementales sur les substances toxiques dans le bassin ont augmenté d'environ 50 % en 1981-1982 (dans la catégorie «Contaminants - Généralités» selon la classification de 1982) à 60 % des projets totaux et à 70 % du financement total de l'inventaire de 1990-1992, par rapport à 54 % des projets totaux et à 63 % du financement total de l'inventaire de 1991-1992.

Au sein de la catégorie actuelle des substances toxiques, une proportion relativement restreinte des études (5 millions de dollars) s'intéresse principalement aux substances polluantes (incluant caractérisation, propriétés et méthodes analytiques) et aux sources de pollution (incluant sources diffuses, eaux souterraines et déversements). Par opposition, la majorité des projets de recherche (40 millions de dollars) axés sur les substances toxiques s'intéresse aux concentrations, au transport et au devenir des substances toxiques dans l'environnement physique, ainsi qu'à l'exposition, aux effets et aux mesures correctrices. En raison des limitations de la base de données, ces catégories n'ont pu être classées selon leur importance relative.

La majorité des rares projets qui se penchent sur l'eutrophisation traite des concentrations, du transport et du devenir des substances polluantes dans l'environnement physique, ainsi que des mesures correctrices. Les recherches sur les autres impacts des activités humaines sur l'écosystème et les problèmes naissants sont dominées par les études portant sur les espèces non indigènes. L'essentiel de la recherche scientifique fondamentale dans le bassin a trait aux processus physiques et à l'écologie de la faune et de la flore aquatiques. La portée de l'inventaire de 1991-1992 a été élargie afin de tenir compte également des projets de recherche portant sur les questions d'ordre juridique et socio-économique propres aux Grands Lacs et au Saint-Laurent et aux objectifs de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs. Certaines activités de recherche industrielle portant sur les stratégies actuellement utilisées en matière de correction et de dépollution en collaboration avec des programmes gouvernementaux ont également été incluses, notamment le Plan d'action Saint-Laurent.

Ces deux inventaires représentent un effort renouvelé pour élaborer un mécanisme normalisé de suivi des projets de recherche sur les Grands Lacs et le Saint-Laurent et de production des

données pour l'évaluation des tendances et de la réceptivité de la recherche financée par les gouvernements aux problèmes nouveaux. Ils permettent également d'évaluer le déploiement d'efforts concertés et multidisciplinaires qui adhèrent à la démarche écosystémique. Si l'on considère la complexité et l'importance de l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent et des collectivités qui y vivent, les efforts de recherche recensés dans les inventaires, s'ils évoluent vers une approche multidisciplinaire, n'en restent pas moins insuffisants et d'une portée beaucoup trop étroite. Sur les projets dénombrés, seuls quelque 18 % comportent plus d'un objectif. La collectivité des Grands Lacs et du Saint-Laurent a perdu une fraction de terrain significative en ce qui concerne la gestion de sa ressource la plus importante.

Un autre secteur dans lequel l'inventaire de la recherche a démontré son utilité est celui de l'évaluation du nombre de projets axés sur les secteurs prioritaires,

incluant l'élimination virtuelle des substances toxiques persistantes, la santé humaine, les plans d'action correctrice et les voies interlacustres, les eaux souterraines, la qualité de l'air, le changement climatique, les espèces non indigènes, les milieux humides et les thèmes énumérés à l'annexe 17 du Protocole de 1987 sur l'Accord de 1978 relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs.

Ces exemples illustrent les nombreuses utilisations de la base de données de l'inventaire de la recherche, qui est à la disposition de la collectivité du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent et de toute personne intéressée. Comme nous l'avons mentionné précédemment, le Conseil recommande que l'inventaire de la recherche soit maintenu et mis à jour périodiquement. On faciliterait ainsi le processus de synthèse et de réévaluation des résultats et des données expérimentales disponibles, ainsi que l'établissement des priorités en matière de recherche à l'appui d'une stratégie de gestion binationale.

2.2 La stratégie des orientations futures de la recherche

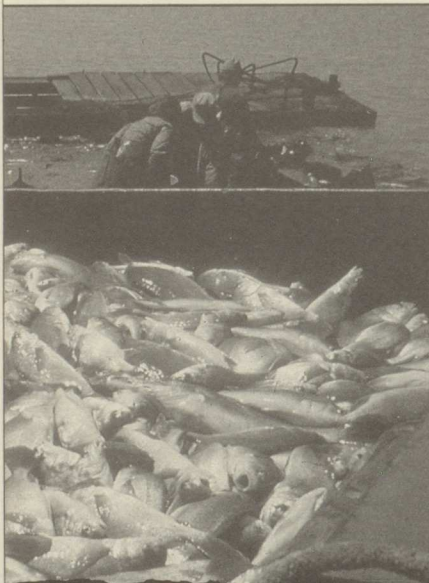
La stratégie globale du Conseil en matière de recherche s'articule autour de quatre champs thématiques afin d'atteindre les objectifs de la durabilité environnementale et économique dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent, à savoir les substances toxiques, la protection et la restauration de l'habitat, la protection de la santé humaine et de la santé des autres espèces de l'écosystème et, enfin, l'activité socio-économique en relation avec l'intégrité de l'écosystème.

2.2.1 Les substances toxiques

À l'heure actuelle, la qualité de l'écosystème des Grands Lacs et du Saint-Laurent est meilleure qu'elle ne l'était il y a 20 ans, en partie grâce à la construction de stations d'épuration des eaux usées urbaines et industrielles et aux efforts correcteurs déployés pour éliminer les contaminants déjà présents dans l'écosystème.

Les améliorations les plus significatives sur le plan de la réduction des substances toxiques persistantes n'ont été réalisées que par la limitation ou l'interdiction de la fabrication ou de l'utilisation de substances toxiques persistantes telles que les BPC et le DDT. Au-delà de ces mesures, aucune stratégie précise n'a été établie dans le but d'obtenir des réductions additionnelles et d'atteindre l'objectif du rejet nul (Commission mixte internationale, 1991b).

Les substances toxiques remettent sérieusement en question la structure et la fonction des organismes gouvernementaux responsables des ressources naturelles, de la santé humaine et de la lutte contre la pollution. Elles s'introduisent dans l'environnement par les effluents aqueux rejetés par les tuyaux et dans les sites de décharge, par les émissions de fumée des cheminées et par volatilisation directe. Une fois dans l'environnement, elles se déplacent entre l'eau, l'air et le sol et contaminent



Les BPC dans le biote des Grands Lacs



Après l'interdiction des biphényles polychlorés (BPC) au milieu des années 1970, les teneurs en BPC ont diminué chez le touladi, mais le taux de diminution a ralenti depuis 1982. Deux des BPC les plus toxiques ont suivi la même

tendance que les BPC totaux, tandis qu'un troisième congénère ne diminuait que légèrement dans l'ensemble des Grands Lacs à l'exception du lac Ontario, où sa concentration baisse régulièrement depuis 1980. Ces informations ont contribué à la compréhension des concentrations de BPC et de leur devenir dans l'environnement. Les succès remportés par le passé après l'interdiction des BPC permettent d'espérer que les efforts futurs seront également efficaces pour l'élimination virtuelle de tous les produits chimiques toxiques.

Les niveaux de contamination par les BPC du touladi dans les petits lacs de l'Ontario sont quatre fois plus élevés en présence de gaspateau, d'éperlan arc-en-ciel ou de cisco. Le niveau de contamination du touladi est encore plus élevé dans les lacs contenant des crevettes d'eau douce (*Mysis relicta*) planctivores. La latitude des lacs et leur degré d'eutrophisation influencent également les teneurs en BPC du touladi. Les poissons gras contiennent proportionnellement plus de BPC que les poissons maigres. Ces observations expliquent les concentrations de BPC relativement élevées dans le touladi des Grands Lacs ainsi que le délai de réponse entre le moment de l'élimination du contaminant et celui où l'on observe un déclin des concentrations de BPC chez le touladi.

plancton, poissons, oiseaux, reptiles et mammifères, incluant les humains. Traditionnellement, les organisations étaient structurées en fonction de cette compartimentation des phénomènes. Toutefois, les substances toxiques persistantes comme les BPC ont remis en question la nature compartimentée de ces organismes traditionnels et ont nécessité l'adoption d'une approche interdisciplinaire et transdisciplinaire en matière de recherche, de surveillance et de réglementation. Notre stratégie relative aux substances toxiques englobe la mesure du risque d'exposition, le classement des sources par ordre d'importance, l'évaluation des impacts, la modélisation des relations causales, l'analyse des coûts et des avantages de la réduction des risques, la mise au point des technologies et la mise en oeuvre des stratégies de prévention de la pollution.

2.2.2 La protection et la restauration de l'habitat

Le principal objectif, à l'intérieur de ce champ thématique, est la restauration et le maintien de l'intégrité de l'écosystème, et notamment la préservation et la réhabilitation des milieux humides des Grands Lacs et du Saint-Laurent.

La question de la protection et de la restauration de l'habitat occupe le premier plan des débats environnementaux depuis de nombreuses années. Parallèlement à l'expansion des projets d'aménagement et à l'intensification de l'utilisation des ressources dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent, bon nombre d'habitats aquatiques et de milieux humides se dégradent ou disparaissent. Les recherches effectuées montrent qu'environ deux tiers des milieux humides qui existaient à l'origine dans le bassin ont disparu et que cette perte se poursuit à un rythme d'environ 20 000 acres par an (Commission mixte internationale, 1989). Certaines régions ont été plus touchées que d'autres au chapitre de la superficie des terres humides détruites (tableau 2.1).

Les milieux humides jouent un rôle significatif dans le cycle biologique de nombreuses espèces de poissons et d'animaux sauvages dans le bassin des

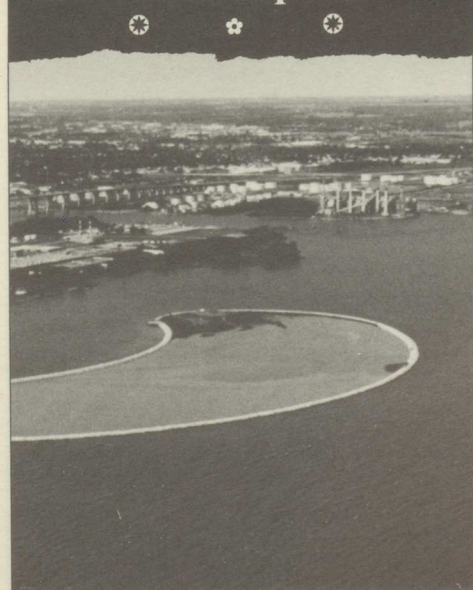


L'Optimisation des systèmes de dépollution

La fourniture d'installations de collecte et de traitement des eaux usées est l'une des principales responsabilités des gouvernements municipaux et constitue l'une des catégories de dépenses les plus importantes de leur budget. De plus en plus, les gouvernements municipaux jugent les ressources financières inadéquates pour satisfaire à la demande croissante. À mesure que nous nous engageons sur la voie d'un environnement plus propre et que les normes sur les effluents deviennent plus rigoureuses, une approche plus systématique de la planification des installations de collecte et de traitement des eaux usées et l'optimisation de leur efficacité constituent des exigences vitales. Les recherches ont montré que, bien souvent, la capacité des infrastructures existantes de traitement des eaux usées peut être considérablement accrue par le recours à la surveillance par capteurs, à la commande automatisée de processus et à des

systèmes logiciels sophistiqués à titre d'outils opérationnels. Par ailleurs, on élabore actuellement des stratégies et des technologies destinées à atténuer les problèmes causés par les rejets des égouts évacuateurs unitaires et des eaux pluviales. Des projets spécifiques ont été amorcés afin de faire la démonstration des options envisageables en matière de limitation et de traitement des rejets des égouts évacuateurs unitaires et des eaux pluviales et, dans certains cas, pour élaborer des plans de dépollution. Certains projets de recherche portent également sur l'introduction d'une mesure de contrôle des rejets industriels dans les égouts municipaux et sur l'utilisation de la capacité des centrales d'épuration pour réduire les apports de contaminants toxiques dans les eaux réceptrices.

Le bilan massique



Une étude du bilan massique de la baie Green et de la rivière Fox a été entreprise par des organismes du gouvernement fédéral et des États ainsi que par des chercheurs universitaires entre 1987 et 1991 à titre de projet pilote visant à mettre à l'épreuve l'utilité de cette approche pour l'évaluation des sources et du devenir des substances toxiques affectant l'écosystème des Grands Lacs. L'objectif de l'étude était de valider et de raffiner les hypothèses en matière de surveillance et d'analyse formulées par les organismes ainsi que de mettre les modèles à l'essai. Les biphényles polychlorés (BPC) ont été choisis comme polluants témoins. La mise en application fructueuse des méthodologies utilisées dans l'étude constitue un moyen efficace et rentable de lutte contre la pollution et pose les bases de la définition des objectifs pour les plans d'aménagement panlacustre et les plans d'action correctrice.

Tableau 2.1 :
Disparition des milieux humides dans la région des Grands Lacs

Localisation/région	Évaluation des milieux humides
Minnesota	perte de 76 % depuis 1953
Wisconsin	perte de 50 % depuis le premier peuplement
Illinois	perte de 90 % depuis le premier peuplement
Indiana	perte de 86 % dans les régions étudiées
	perte de 71 % dans le nord de l'Indiana
Michigan	perte de 71 % depuis le premier peuplement
Ohio	perte de près de la totalité des 1 500 milles carrés du Black Swamp
Milieux humides du lac St. Clair	perte de 85 % depuis le premier peuplement
Ontario	perte de 68 % dans le sud de l'Ontario ²

¹ The Conservation Foundation and the Institute for Research on Public Policy, 1990. *Great Lakes, Great Legacy?* p. 144. La source citée ne présente pas d'évaluation globale pour la Pennsylvanie ou New York.

² Environnement Canada. 1991. Politique fédérale sur la conservation des terres humides, p. 4

Le réglemmentation du niveaux des eaux peut avoir des répercussions sur l'habitat des mileux humides du poisson et de la faune



Les milieux humides sont des habitats importants pour le frai, la nidification, l'élevage et l'alimentation du poisson et de la faune. Une modification de la réglemmentation relative au niveau de l'eau des Lacs Ontario et Supérieur et l'introduction d'une réglemmentation applicable à d'autres Grands Lacs pourraient nuire aux milieux humides et menacer les poissons et la faune. En vertu de l'étude de référence sur les niveaux de la CMI, on a étudié les relations entre les communautés végétales à différentes élévations et les antécédents en matière de niveau des eaux dans 17 milieux humides du lac Ontario et 18 du lac Supérieur. Les données ont été utilisées pour évaluer l'incidence potentielle des schémas proposés en matière de réglemmentation du niveau des eaux. Les résultats ont montré que la diversité maximale des commun-

autés végétales des milieux humides se retrouvait aux élévations sujettes aux inondations une fois tous les 10 à 20 ans ou à un assèchement pendant deux années successives entre les inondations. Les schémas de réglemmentation du niveau proposé maintiendraient les fluctuations d'une année à l'autre à moins d'un pied du niveau moyen à long terme. Sur un horizon de 90 ans, on prédit quementation réduirait la superficie des milieux humides les plus diversifiés d'environ 55 % dans le lac Ontario et de 40 % dans le lac Supérieur. À la suite de ces prédictions, d'autres schémas de réglemmentation du niveau des eaux ont été élaborés pour produire les modèles temporels de changement du niveau des eaux requis pour le maintien des communautés diversifiées des milieux humides.

Grands Lacs et du Saint-Laurent. Ils servent de frayères à bon nombre d'espèces de poissons et de sites de nidification aux oiseaux migrateurs. Les milieux humides continuent à être menacés par l'aménagement agricole, urbain et industriel. D'autres facteurs contribuent également à la dégradation des terres humides, notamment les aménagements récréatifs, la gestion du niveau des lacs et l'irrigation pour la foresterie. On compte encore approximativement 500 000 acres de milieux humides dans tout le bassin et ces terres revêtent une extrême importance pour l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Le Conseil propose de déterminer quels sont les besoins en matière de recherche dans le but de classer de manière appropriée les habitats du bassin, de définir les objectifs de la protection des habitats, de mettre au point des indicateurs écosystémiques pour surveiller les progrès réalisés et, enfin, de soutenir les recherches visant à rétablir et à maintenir l'intégrité des milieux humides restants.

2.2.3 La protection de la santé humaine et de la santé des autres espèces de l'écosystème

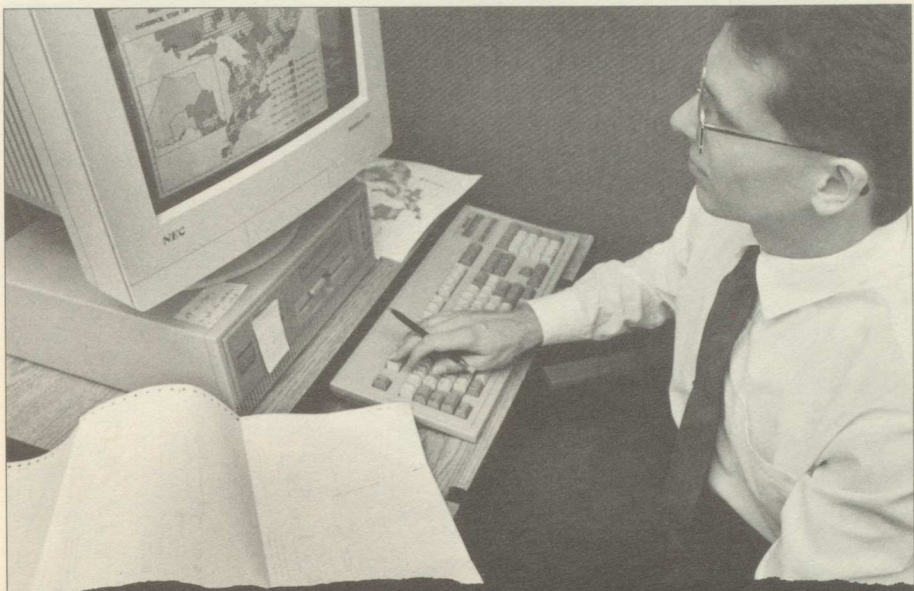
Nos recherches ont montré que la principale voie d'exposition humaine aux polluants critiques est la consommation d'aliments, et notamment de poisson et d'espèces fauniques du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. L'exposition aux polluants critiques par l'inhalation de l'air, par la consommation de l'eau et par les loisirs aquatiques ne représente vraisemblablement pas plus de 10 à 15 % de l'exposition totale.

D'après les résultats des recherches, les substances chimiques toxiques sont préjudiciables à la croissance et à la reproduction et, en fin de compte, à la survie de certaines espèces de poisson des Grands Lacs et du Saint-Laurent, et engendrent des problèmes au niveau notamment de la reproduction chez 11 espèces fauniques (deux mammifères, huit oiseaux et un reptile). Les popu-

lations de cormorans et de goélands à bec cerclé sont à présent de 20 à 40 fois plus nombreuses que jamais si on les compare aux données historiques, ce qui indique que l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent a subi certaines altérations fondamentales; chez les couples de pygargues à tête blanche nichant le long du littoral du lac Michigan et Huron, la reproduction continue à être insuffisante et il n'y a pas eu de nidification sur les bords du lac Ontario depuis 1951. L'apparition de malformations congénitales chez les jeunes oiseaux piscivores a été observée chez 10 espèces du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent; chez la chélydre serpentine des rives des lacs Ontario et Érié, la fréquence des oeufs non éclos et des difformités chez les embryons est plus élevée que dans les populations de l'intérieur des terres.

Les recherches ont montré que certains effets faiblement perceptibles au niveau du développement et de la reproduction se manifestent également chez une large gamme d'espèces, incluant oiseaux, reptiles, poissons et mammifères, exposés à des mélanges de contaminants dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. S'il existe des différences sur le plan des modes de comportement et d'exposition entre l'humain et l'animal, il semble, d'après les résultats des recherches, qu'il serait judicieux d'axer les études des populations humaines sur ces changements faiblement perceptibles.

D'après les données limitées sur les résidus dans les tissus humains dont on dispose, la population générale vivant dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent n'est probablement pas exposée à des concentrations plus élevées des polluants les plus persistants que les habitants des autres régions d'Amérique du Nord. Toutefois, les individus consommant de grandes quantités de poisson et de viande animale contaminés, en particulier les autochtones et les pêcheurs sportifs, sont plus exposés à plusieurs polluants persistants. Compte tenu du fait que les concentrations élevées de contaminants dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent et ailleurs constituent une menace réelle pour la santé humaine, il revient à la communauté scientifique de déterminer l'ampleur et la nature



Étude des modes d'utilisation de l'eau et du cancer en Ontario

Le public canadien s'inquiète de ce que les contaminants environnementaux présents dans le bassin des Grands Lacs puissent causer le cancer. Une étude est actuellement en cours sur l'incidence des cancers en Ontario et leur relation avec l'exposition aux contaminants du milieu. Par ailleurs, l'incidence de différents types de cancers en Ontario a été cartographiée

pour la première fois de telle sorte que les variations spatiales puissent être examinées au niveau du comté et être comparées aux moyennes provinciales. Ces efforts aideront les chercheurs et les experts en santé publique à formuler des hypothèses sur les risques relatifs de cancer en relation avec l'environnement et le mode de vie.

précise de cette menace. La stratégie de recherche du Conseil s'appuie sur une démarche écosystémique dans l'optique de la protection de la santé humaine et de l'intégrité biologique.

2.2.4 L'activité socio-économique et l'intégrité de l'écosystème

La communauté scientifique des Grands Lacs et du Saint-Laurent doit veiller tout particulièrement à fournir des informations exactes et faciles à comprendre aux personnes qui vivent dans le bassin et aux preneurs de décisions des secteurs publics et privés. Compte tenu de la gravité des questions, le Conseil est conscient de la nécessité d'élaborer une stratégie proactive d'éducation et de communication qui

fasse participer tous les intervenants au processus de recensement des priorités et des besoins en matière de recherche en toute connaissance de cause.

La démarche écosystémique englobe tous les aspects de l'environnement dans un processus dynamique d'intégration des entrées et de régulation des sorties. La démarche vise à relier les facteurs socio-économiques et environnementaux dans la prise de décision; toutefois, en raison des difficultés qu'elle présente, elle est utilisée plus souvent pour caractériser une approche de la gestion des processus environnementaux intégrés, et n'est que rarement poussée jusqu'à l'intégration des facteurs socio-économiques. Les écologistes étudient la dynamique des flux d'énergie et de matière entre les espèces dans les écosystèmes; les économistes étudient l'allocation efficiente de ressources entre les divers intérêts concurrents au sein de la société humaine. Toutefois,

La promotion des carrières en écotoxicologie



Dans le cadre d'un programme de formation des vétérinaires, une université des Grands Lacs a mis sur pied un atelier pilote d'été pour la promotion des carrières en écotoxicologie destiné aux biologistes spécialistes de la vie aquatique animale, aux vétérinaires et aux étudiants des écoles vétérinaires du bassin des Grands Lacs. Le programme était axé sur l'écologie aquatique d'eau douce et sur les effets des substances toxiques sur la santé de la faune. À la suite du succès spectaculaire remporté

par ce programme pilote d'été, l'université s'est engagée dans un programme pluriannuel de cours intensifs en toxicologie aquatique. Grâce à ce programme, les vétérinaires, les étudiants des écoles vétérinaires et les autres spécialistes de la faune participant aux ateliers d'été recevront une formation hautement spécialisée leur permettant de comprendre comment les substances toxiques présentes dans l'environnement influent sur la faune aquatique.

on considère en général que l'économie est indépendante et isolée de la nature. Nous avons été témoins de la réalisation de progrès technologiques suffisants pour résoudre le problème naissant de la rareté des ressources, mais ces progrès n'ont pas pris en compte le maintien et la restauration de l'intégrité de l'écosystème. Cette substitution technologique dans le but d'accroître l'utilisation de ressources crée l'illusion que la croissance n'est pas contrainte par les facteurs biologiques et physiques de l'écosystème.

L'essor démographique, et l'extraction et la consommation des ressources qui en découlent, imposent des restrictions imminentes de la capacité limite et compromettent l'intégrité de l'écosystème du bassin. En dépit des progrès appréciables qui ont été réalisés pour accroître la sensibilisation du public vis-à-vis de la réduction et du recyclage des

déchets à l'intérieur du bassin, des recherches supplémentaires s'imposent pour mettre au point et perfectionner les méthodes et les outils éducatifs visant à influencer le comportement sociétal et les attentes des consommateurs, dans l'optique de la prévention de la pollution.

2.3 L'élaboration d'un cadre pour déterminer les priorités en matière de recherche et de coopération

Le troisième volet de l'approche du Conseil à la gestion de la recherche sur les Grands Lacs et le Saint-Laurent est l'élaboration d'un processus et d'un

cadre écosystémique pour la prise de décisions et la coordination de la recherche qui s'appuie sur la démarche écosystémique.

Un des principaux mandats du Conseil est de déterminer les priorités en matière de recherche sur une base binationale et concertée de manière à encourager les projets interdisciplinaires et à soutenir la gestion et les mesures adaptative. Il s'agit d'un objectif souvent difficile à atteindre dans des domaines où les établissements de recherche ont traditionnellement encouragé les contributions réductionnistes et théoriques à l'intérieur de disciplines données. De surcroît, il est difficile de prendre en considération la totalité des aspects mis en jeu dans la démarche écosystémique lors du choix des priorités de la recherche. Le respect scrupuleux de la perspective écosystémique exige d'embrasser les systèmes tant naturels que sociétaux en un seul ensemble intégré, ce qui constitue un défi de taille. Ensuite, conformément à ce concept de système global, les preneurs de décisions doivent accéder à une gamme fantastiquement diversifiée d'informations pertinentes aux questions et appliquer le concept à titre de base pour l'organisation et l'utilisation des informations, afin de faciliter le choix des priorités de la recherche.

Le problème est que la perspective écosystémique constitue une dérogation si radicale à la tradition scientifique que les outils conventionnels permettant la construction et l'utilisation d'un tel cadre sont rares, voire inexistants. Sans cadre et sans procédure, la démarche écosystémique reste au mieux un idéal flou et bien intentionné. Au pire, il s'agit d'un écran qui masque l'adoption des méthodes de recherche traditionnelles sous le couvert d'une approche écosystémique.

La démarche écosystémique ne peut être mise en oeuvre que si nous sommes disposés à repousser les frontières de la résolution des problèmes. L'évaluation des questions est souvent trop étroitement définie dès le départ, ce qui fait obstacle à la pleine évaluation des solutions. Bon nombre des modèles qui ont été produits, et la majorité des informations historiques disponibles, n'ont pas été pleinement utilisés dans les analyses des questions effectuées par le passé. Toute tentative de simplifier outre mesure l'analyse des options peut

mener à la prise d'une décision inappropriée. Par ailleurs, les scientifiques hésitent souvent à s'aventurer au-delà des limites étroites de leur domaine de recherche. Il nous faut promouvoir des sciences de «deuxième ordre», capables de jeter des ponts entre la connaissance et la prise de décision.

Les politiques et les lois existantes ne permettent pas de faire face adéquatement aux nouveaux enjeux et problèmes en matière d'environnement. Il est par ailleurs manifeste que l'opinion publique s'enthousiasme de plus en plus pour la protection de l'environnement, tout en étant désabusée par les efforts déployés actuellement au chapitre de la réglementation. Par conséquent, il faut explorer d'autres options afin que les idées et les liens, incluant les changements institutionnels, se traduisent par la formulation d'avis scientifiques judicieux sur les questions environnementales auxquelles est confronté le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent.

Le Conseil a constaté qu'il est nécessaire de faire face aux problèmes du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent d'une manière plus efficace et plus efficiente (Commission mixte internationale, 1991a). L'établissement de liens clés entre les principaux domaines de recherche est jugé essentiel pour les analyses de politiques globales si l'on veut répondre efficacement à la demande croissante à l'égard des ressources de l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent.

Ce besoin étant reconnu, la solution est de fournir aux gestionnaires de la recherche un cadre et un processus pour l'évaluation du mérite relatif des projets de recherche qui reflètent la multiconnectivité des enjeux, des attributs et des indicateurs de l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent, ainsi que de la pertinence au chapitre des politiques du projet considéré.

Le cadre servira de mécanisme pour faire la synthèse des connaissances actuelles relatives à l'écosystème, délimiter les zones de connaissance aussi bien que les zones d'ignorance, et déterminer dans une certaine mesure quelles seraient les approches les plus productives en matière de recherche. Idéalement, le cadre et le processus

enchâsseront les activités humaines dans les systèmes naturels (p. ex., l'écosphère) selon différentes échelles spatiales et temporelles.

Le soutien du cadre permettra d'utiliser les informations qu'il fournit. Cette approche aiderait les gestionnaires de la recherche à planifier et à coordonner la recherche interdisciplinaire et à déterminer les besoins et les priorités en matière de recherche dans le contexte de l'intégrité de l'écosystème. De surcroît, le processus guidera les gestionnaires de la recherche dans leur étude des complexités de l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent et de la manière dont différentes options de recherche pourraient conduire à une gestion plus efficace de la qualité de l'eau dans le bassin.

Le Conseil est conscient de l'importance de l'élaboration du cadre et a entrepris plusieurs initiatives de soutien qui contribuent à l'orientation et à la promotion de la recherche dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Les inventaires de la recherche sur les Grands Lacs et le Saint-Laurent fournissent une évaluation du *statu quo* de la recherche dans le bassin et de sa pertinence vis-à-vis des objectifs de l'Accord. Le Conseil envisage de rendre cette base de données plus interactive et d'intégrer les activités de recherche à des systèmes d'information géographique, ainsi que de relier ces activités aux objectifs de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs. L'intégration des activités de recherche traitant de questions précises pourra ainsi être évaluée et recommandée à la communauté scientifique.

La stratégie globale du Conseil en matière de recherche, incluant les domaines des substances toxiques, de la protection et la restauration de l'habitat, de la protection de la santé humaine et de la santé des autres espèces de l'écosystème, et de l'activité socio-économique et de l'intégrité de l'écosystème, sera incorporée au cadre et intégrée de sorte de mettre en relation les projets de recherche pertinents sur le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent et les différentes possibilités d'action. Ces activités sont développées dans les chapitres subséquents du présent rapport.

3.0 État et évaluation de l'inventaire de la recherche sur les Grands Lacs et le Saint-Laurent

Les informations fournies dans le présent chapitre sont un résumé des données présentées dans les documents intitulés *Inventaire de la recherche sur les Grands Lacs et le Saint-Laurent* pour 1990-1991 et 1991-1992 (Commission mixte internationale, 1992a et 1993). On trouvera les noms des chercheurs principaux ainsi qu'une description des sources de financement, des objectifs de recherche et des réseaux de chercheurs et d'établissements dans les inventaires, que l'on peut se procurer sous forme imprimée ou sur disquette auprès de la Commission mixte internationale, Bureau régional des Grands Lacs, par l'intermédiaire du Secrétariat du Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs.

L'inventaire répertorie les projets de recherche gouvernementaux et universitaires, de même que certaines activités financées par le secteur privé. Les projets sont classés en différentes catégories en fonction des objectifs de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs et des questions spécifiques concernant le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Le nombre total de projets en 1990-1991 et en 1991-1992 était respectivement de 697 et 1 015, pour un financement total d'environ 77 millions de dollars en 1990-1991 et de 107 millions de dollars en 1991-1992. Le système de classification de l'inventaire et les informations qu'il fournit continuent d'évoluer, et il faudra procéder à l'expansion de la base de données afin de tenir compte des nouveaux enjeux et des nouveaux clients. L'inventaire de 1991-1992 incluait certains projets de recherche portant sur des sujets socio-économiques et financés par le secteur privé, mais aucune information sur les recherches juridiques n'était disponible au moment de la publication.

L'inventaire a pour vocation de donner l'occasion aux gestionnaires de la recherche des Grands Lacs, à la communauté scientifique et aux secteurs privé et public de mettre sur pied des partenariats, d'évaluer les questions qui n'ont pas encore été étudiées et de déterminer quels sont les nouveaux

problèmes qui apparaissent dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent.

3.1 La recherche pertinente dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent

Les centres de recherche qui pilotent des programmes ayant trait aux Grands Lacs ont été recensés dans l'examen des projets de recherche sur les Grands Lacs intitulé *Great Lakes Research Review* (Commission mixte internationale, 1982) et par le Conseil de manière plus détaillée dans son document *Great Lakes 2000: Building a Vision* (Commission mixte internationale, 1991a).

Au Canada, les programmes de recherche financés par le gouvernement et portant sur le bassin des Grands Lacs et le Saint-Laurent sont clairement identifiés et les informations relatives à ces programmes sont assez faciles à obtenir. Au nombre des additions majeures récentes figurent le Plan d'action des Grands Lacs et le Plan d'action Saint-Laurent, deux programmes de recherche fédéraux à grande échelle, et le Fonds pour la recherche universitaire sur les Grands Lacs, qui accorde des bourses aux chercheurs universitaires les plus méritants. Le Programme des effets sur la santé du Plan d'action des Grands Lacs était en 1991-1992 le seul programme dans la région des Grands Lacs à être mis sur pied spécifiquement pour se pencher sur les effets de la pollution sur la santé humaine. Les ministères provinciaux de l'Ontario et du Québec apportent également une contribution significative aux activités de recherche dans le bassin, par le biais de programmes internes et de bourses offertes aux chercheurs universitaires. La recherche fondamentale dans le bassin est

également financée par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie.

Une proportion élevée des établissements canadiens menant des recherches sur les Grands Lacs sont situés au Centre canadien des eaux intérieures, dirigé par le gouvernement fédéral (Environnement Canada et Pêche et Océans Canada). Parmi les établissements fédéraux d'importance, le Centre Saint-Laurent, implanté en 1988 sous l'égide du Plan d'action Saint-Laurent, est l'addition récente la plus significative. Les projets des quatre principaux départements du Centre Saint-Laurent, Développement technologique, Écotoxicologie et Écosystème, Eaux intérieures et État de l'environnement, sont représentés dans les inventaires de la recherche.

La coordination des recherches sur les Grands Lacs et le Saint-Laurent au Canada relève de la responsabilité conjointe d'Environnement Canada et des ministères provinciaux. Les programmes de recherche financés par le Plan d'action des Grands Lacs sont élaborés et coordonnés par Environnement Canada. L'Accord Canada-Ontario (ACO) relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs de 1986 exigeait une collaboration officielle entre les gouvernements fédéral et provinciaux. En vertu de cette entente, le Bureau d'examen a reçu le mandat de formuler des recommandations en ce qui a trait aux recherches futures, dans l'optique des recommandations de la CMI. Actuellement, le ministère de l'Environnement de l'Ontario et le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario définissent leurs propres programmes et priorités en matière de recherche, mais consultent régulièrement les représentants d'Environnement Canada. Les organismes provinciaux participent aux projets concertés fédéraux-provinciaux et les interactions entre les chercheurs gouvernementaux et universitaires sont fréquentes.

Aux États-Unis, le gouvernement fédéral finance également la majorité des projets de recherche pertinents. Les États

riverains des Grands Lacs mènent leurs propres projets de recherche internes, contribuent au Great Lakes Protection Fund, assurent le financement partiel des programmes de recherche concertés gouvernement fédéral/État et subventionnent la recherche en milieu universitaire. Toutefois, tant au palier du gouvernement fédéral qu'à celui des États, les recherches pertinentes sont souvent menées au sein de programmes qui ne sont pas spécifiquement axés sur les questions des Grands Lacs. En outre, les projets sont géographiquement plus dispersés et financés par un plus grand nombre d'organismes qu'au Canada, ce qui rend plus difficile de rassembler les informations et de sélectionner les projets pertinents.

Des projets de recherche d'envergure financés par les fonds fédéraux sont menés dans les grands laboratoires de la *Environmental Protection Agency* (EPA), par le *Fish and Wildlife Service* (USFWS, du ministère de l'Intérieur) et par la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA, du ministère du Commerce). Ces organismes financent également des projets de recherche en milieu universitaire, entre autres par les programmes financés conjointement par la NOAA et les États Sea Grant College, les *Cooperative Research Units* (relevant de l'USFWS), ainsi que par diverses bourses accordées aux universités par l'EPA. Le Great Lakes Human Health Effects Research Program de l'*Agency for Toxic Substances and Disease Registry* du ministère de la Santé américain est le seul programme aux États-Unis qui se penchera spécifiquement sur les effets néfastes sur la santé humaine des polluants aquatiques dans le réseau des Grands Lacs.

Certains projets de recherche pertinents sont également financés par d'autres ministères fédéraux (Agriculture, Défense et Transport), par des organismes du ministère de l'Intérieur (U.S. Geological Survey et U.S. National Park Service), ainsi que par des organismes fédéraux indépendants telle la National Science Foundation. Un exemple est le programme de recherche dirigé par le ministère de l'Agriculture américain sous l'égide de la *Water Quality Initiative* amorcée par le Président. Si cette initiative a une portée nationale, plusieurs projets de recherche menés dans le bassin des Grands Lacs sont cependant propres à cette région et sont par

conséquent inclus dans l'inventaire. Cependant, aucun de ces organismes ne dispose de programmes de recherche portant explicitement sur les Grands Lacs.

La coordination des programmes de recherche américains sur les Grands Lacs à l'échelon fédéral et étatique a toujours été hautement décentralisée, et les programmes à l'appui des mandats des ministères et des organismes subventionnaires sont dispersés à tous les paliers de gouvernements. Les collaborations officielles entre les chercheurs de différents organismes sont rares et il n'existe pas de programme de recherche concerté à grande échelle sur les Grands Lacs qui ferait intervenir plusieurs organisations. La *Great Lakes Research Strategy*, mise sur pied et approuvée par le U.S. Policy Committee, vise à coordonner les efforts de recherche sur les Grands Lacs déployés par les organismes gouvernementaux américains à l'échelon fédéral et étatique et pourrait fournir le cadre nécessaire pour l'orientation des recherches américaines sur les Grands Lacs à venir (U.S. Policy Committee, 1992). L'inventaire de la recherche 1990-1991 compilé par le Conseil a servi de base pour l'évaluation des besoins non satisfaits en matière de recherche recensés par le Comité et inclus dans sa stratégie.

Les projets pertinents financés par l'industrie dans les deux pays ont trait à la réduction de la pollution par le recours à des technologies correctrices et préventives. Le nombre de projets industriels inclus est appelé à augmenter parallèlement à l'élargissement de la portée de la recherche pertinente dans l'inventaire.

3.2 Évaluation de la recherche sur les Grands Lacs et le Saint-Laurent

Pour évaluer le caractère adéquat et la pertinence des programmes de recherche par rapport aux objectifs de l'Accord, une compilation exhaustive des besoins en matière de recherche sur les Grands Lacs et le Saint-Laurent s'impose. Les besoins passés en matière

de recherche ont été documentés (Commission mixte internationale, 1976 et 1988) et les activités de recherche actuelles ont été compilées dans l'inventaire du Conseil pour 1991-1992 (Commission mixte internationale, 1993). Compte tenu de la nature changeante des besoins en matière de recherche au gré de l'apparition de nouvelles préoccupations et du changement de l'importance relative des enjeux, les évaluations doivent être fondées sur une compilation à jour de ces besoins. Si, par exemple, la question d'actualité la plus importante est celle de la présence et des effets des substances toxiques persistantes, il n'existe cependant à l'heure actuelle aucun cadre ou système exhaustif en place pour formuler les besoins en matière de recherche en la matière.

S'il est irréaliste de vouloir procéder à une évaluation globale de la recherche sur les Grands Lacs, trois approches ont été retenues pour juger dans quelle mesure les projets de recherche traitent de questions propres aux Grands Lacs et au Saint-Laurent. En premier lieu, ont été recensés les projets de recherche et les subventions présentant un lien avec les priorités de la Commission définies pour son cycle biennal, incluant l'élimination virtuelle, la santé humaine, les dépôts atmosphériques dans le lac Supérieur, la contamination des eaux souterraines, les plans d'action correctrice et les voies interlacustres. Deuxièmement, les projets de recherche ont été classés en catégories selon les champs thématiques utilisés dans le code de classification des projets de l'inventaire du Conseil (voir annexe V). Troisièmement, on a examiné les projets de recherche afin de déterminer leur pertinence vis-à-vis des points mentionnés dans l'annexe 17 de l'Accord. L'évaluation de la pertinence des projets vis-à-vis des priorités de la Commission et des points mentionnés dans l'annexe 17 était une opération quelque peu subjective et, pour chacune des trois approches, les projets ayant plusieurs objectifs ont été cités plus d'une fois s'ils se rapportaient à plus d'une priorité ou d'un domaine.

3.3 Les priorités de la Commission mixte internationale

Plusieurs priorités ont été arrêtées par la Commission pour les travaux effectués durant le cycle biennal allant d'octobre 1991 à septembre 1993. Le Conseil a tenté d'évaluer les progrès des initiatives de recherche associées à ces priorités. Les éléments utilisés pour évaluer ces priorités ont été établis par les groupes de travail chargés de leur évaluation (p. ex., Groupe de travail sur l'élimination virtuelle).

3.3.1 L'élimination virtuelle des substances toxiques persistantes

Conformément aux dispositions de l'Accord, les gouvernements des États-Unis et du Canada ont pour politique « ... d'éliminer virtuellement le rejet de toute substance toxique persistante » (Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, article II). L'élimination virtuelle des substances toxiques persistantes de l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent a été choisie comme la première priorité de la Commission pour le cycle biennal 1991-1993. L'élaboration de la stratégie visant à atteindre ce but se décompose en cinq volets définis par le Groupe de travail sur l'élimination virtuelle de la Commission (tableau 3.1).

Ces volets s'appuient pour la plupart sur la recherche scientifique et, de toute évidence, la recherche scientifique concertée est un élément essentiel de la mise en oeuvre de la politique d'élimination virtuelle. Pour évaluer dans quelle mesure les recherches menées dans le bassin répondent aux questions cernées par le Groupe de travail, on a recensé dans l'inventaire les projets ayant trait aux éléments de sa stratégie d'élimination virtuelle. Les projets de recherche ont été regroupés par catégorie et par sous-catégorie de priorité d'élimination virtuelle, et les projets comportant plusieurs objectifs ont été inscrits sous

chaque rubrique pertinente. Plusieurs projets n'ayant pas été décrits de manière assez détaillée, certaines décisions subjectives ont dû être prises en ce qui concerne leur pertinence. Les résultats sont résumés au tableau 3.1.

Les critères employés lors de la préparation des bases de données de l'inventaire peuvent influencer considérablement l'exhaustivité des relevés. L'inventaire de la recherche pour 1990-1991 inclut les recherches financées par le gouvernement dans les disciplines des sciences naturelles. Il n'inclut pas les études de surveillance à la source à des fins réglementaires, sauf si elles possèdent un volet expérimental (p. ex., l'élaboration de méthodes de surveillance). Compte tenu de ces limitations, la liste de 1990-1991 pourrait être incomplète en ce qui concerne les aspects suivants : élément (2) investigation des sources : surveillance à la source; élément (4) évaluation des outils : considérations socioéconomiques et mise au point de nouvelles technologies financées par le secteur privé; élément (5) indicateurs : indicateurs socioéconomiques. L'inventaire de la recherche pour 1991-1992 a vu sa portée élargie pour englober les domaines socioéconomiques et juridiques afin d'améliorer la base d'informations reliées à ces éléments, mais les renseignements sollicités sur les recherches dans le domaine juridique n'ont pas été reçus.

Les descriptions des projets du Plan d'action Saint-Laurent ont été ajoutées à l'inventaire de 1991-1992, ce qui a fait augmenter le nombre de projets et le montant total du financement. L'expansion de la base de données se poursuivra tant qu'un nombre croissant d'organismes et d'établissements de recherche soumettront des informations sur leurs activités.

Sommaire de la recherche sur l'élimination virtuelle

Les projets portant sur l'élimination virtuelle constituent une proportion significative de l'effort de recherche total financé par les gouvernements dans le bassin, soit 32 % du nombre total de projets et 29 % du financement. Si l'on tient compte des limitations de la base de données énumérées plus haut, l'importance réelle de ce secteur est

probablement plus élevée encore. On trouvera ci-dessous un résumé des recherches axées sur les cinq éléments de la stratégie d'élimination virtuelle, d'après les informations du tableau 3.1.

(1) Critères :

peu de projets sont axés sur la formulation de critères de sélection des substances toxiques devant faire l'objet d'une élimination virtuelle. Si la recherche scientifique peut contribuer à ce processus, cet élément relève cependant davantage du secteur de la réglementation.

(2) Investigation des sources :

l'investigation des sources de substances toxiques persistantes constitue un volet important de l'élimination virtuelle. La diversité des sources potentielles exige un effort de recherche considérable, comme en témoignent les ressources allouées à cet élément, qui représente environ 37 % de l'effort de recherche total portant sur l'élimination virtuelle. Les apports fournis par les sources secondaires (p. ex., dépôts atmosphériques et apports des tributaires) occupent le premier rang au chapitre des catégories étudiées. La majorité de ces projets se penchent sur le transport et le devenir des substances toxiques persistantes et l'investigation des sources n'est dans certains cas pas mentionnée explicitement dans les objectifs du projet. Un nombre relativement réduit d'études portent sur la mise au point de méthodes d'estimation de l'apport en substances toxiques persistantes. Comme nous l'avons mentionné plus haut, la présente compilation des projets axés sur les sources de contaminants principales est probablement incomplète, car elle écarte les activités de surveillance ainsi que les recherches et les activités de surveillance financées par des fonds privés.

(3) Dépollution :

la mise au point de technique de réduction des apports polluants est un secteur de recherche actif dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent et représente approximativement 32 % de l'effort total de recherche sur l'élimination virtuelle. Peu d'études se penchent sur les méthodes et les pratiques actuelles d'entreposage et d'élimination, ou encore sur l'apport en contaminants imputable aux installations d'entreposage et d'élimination existantes. Par opposition, les techniques de dépollution

Tableau 3.1

Recherche en 1990-1991 et 1991-1992 portant sur l'élimination virtuelle des substances toxiques persistantes
(ventilation en fonction des volets de l'élimination virtuelle)

ÉLÉMENT	Nbre DE PROJETS* 1990-1991	FINAN-CEMENT (1 000)\$** 1990-1991	Nbre DE PROJETS* 1991-1992	FINAN-CEMENT (1 000)\$** 1991-1992
1. Critères pour la sélection des substances Ces projets de recherche élaborent des critères permettant de déterminer quelles substances sont assujetties à l'élimination virtuelle.	1	45	6	204
2. Investigation des sources Ces projets de recherche investiguent les méthodes de détermination et d'évaluation des apports de substances toxiques persistantes dans l'écosystème du bassin des Grands Lacs.	48	9 872	97	11 834
3. Dépollution Ces projets de recherche évaluent l'utilisation des substances toxiques persistantes ainsi que les méthodes correctrices et les pratiques visant à éliminer ou à réduire leur pénétration dans l'écosystème du bassin des Grands Lacs.	65	8 648	89	9 598
4. Évaluation des outils Ces projets de recherche évaluent des outils qui sont mis au point pour réduire ou éliminer les apports de substances toxiques dans l'écosystème du bassin des Grands Lacs.	22	1 974	23	2 221
5. Indicateurs Ces projets de recherche étudient les tendances en matière de substances toxiques persistantes dans l'écosystème du bassin des Grands Lacs.	31	2 078	113	7 310
TOTAUX	167	22 617	328	31 167
* Certains projets abordent plusieurs des éléments.				
** \$ américains (financement approximatif, ajusté dans le cas des projets sans informations relatives au financement).				

des sédiments reçoivent la proportion la plus élevée des fonds alloués, une somme à la mesure de l'ampleur du problème de la contamination des sédiments dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Les autres projets traitant de la dépollution (sol, eaux souterraines et milieu non précisé) peuvent présenter un certain intérêt pour le problème des sédiments et ont à ce titre été jugés pertinents. Certains efforts de recherche à l'extérieur du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent peuvent par ailleurs apporter une contribution significative au développement de cet élément de l'élimination virtuelle.

(4) Évaluation des outils de l'élimination virtuelle :

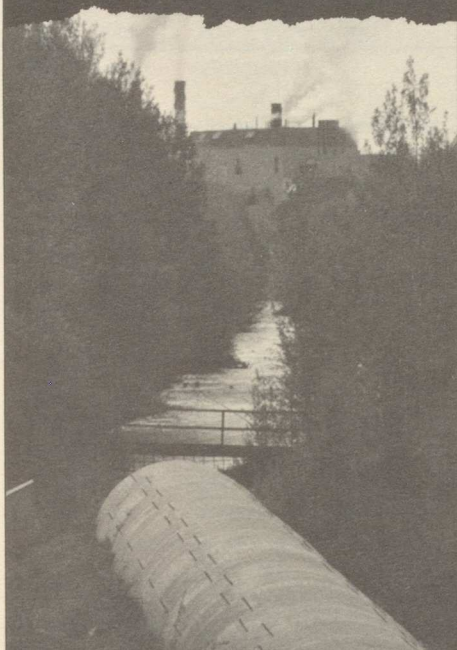
la mise au point de techniques visant à prévenir la production et la libération des substances toxiques persistantes ne représente qu'une faible proportion de l'effort de recherche total (7 % des fonds totaux alloués à l'élimination virtuelle). Le financement provient pour l'essentiel du gouvernement fédéral canadien, sous l'égide du Plan d'action des Grands Lacs et du Plan d'action Saint-Laurent. Si on dénombre une activité appréciable aux États-Unis dans le domaine des recherches sur la mise au point de techniques, peu de projets portent spécifiquement sur les problèmes de contamination des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Par conséquent, les

études portant sur la mise au point de techniques à l'extérieur du bassin, ainsi que les efforts déployés dans le même sens par le secteur privé, peuvent apporter une contribution significative à celles recensées dans l'inventaire de la recherche.

(5) Indicateurs :

l'inventaire de la recherche recense un nombre significatif de projets portant sur le recours à des indicateurs pour suivre les concentrations et les effets des substances toxiques persistantes dans l'écosystème. Ce secteur reçoit 23 % des fonds alloués à l'élimination virtuelle des substances toxiques persistantes. Les activités de recherche dans ce domaine étaient en majorité des études

Les techniques de prévention de la pollution dans le secteur des pâtes et papiers



Les recherches ont accordé une place prépondérante aux programmes de mise au point et de démonstration de techniques visant à améliorer l'élimination des contaminants, notamment les contaminants organochlorés des effluents des usines de pâtes et papiers, et en particulier ceux des usines de pâte kraft blanchie, qui constituent un problème significatif dans bon nombre de secteurs préoccupants. Ce programme est axé sur deux secteurs critiques. En premier lieu, la mise au point et la démonstration de conceptions et de modes d'exploitation optimisés pour les stations d'épuration des eaux usées, qui peuvent être mis en oeuvre à un coût relativement modique par toutes les usines de pâte kraft blanchie disposant actuellement de stations d'épuration, ou dans le cadre de nouvelles installations. Deuxièmement, la mise au point de techniques de membranes et de bioréacteurs sophistiquées afin de les appliquer, au niveau de chaque usine, aux effluents séparés à forte concentration de contaminants des usines ayant recours au blanchiment.

sur les indicateurs des effets sur la santé et les biomarqueurs, au détriment des indicateurs traditionnels de la présence des contaminants tels que les concentrations tissulaires et la structure des communautés.

3.3.2 Les effets sur la santé humaine des contaminants des Grands Lacs

En vertu de l'Accord, les Parties doivent « ... mettre sur pied des programmes de recherche et de surveillance suffisants pour permettre de déterminer l'incidence des substances toxiques persistantes sur la santé humaine » (Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, annexe 12). L'intégrité de l'écosystème, incluant la santé humaine, est l'une des priorités de la Commission pour le cycle biennal 1991-1992. Le résumé ci-dessous est basé sur les projets recensés dans les inventaires de la recherche 1990-1991 et 1991-1992 qui se penchent sur le premier élément de la

priorité relative à la santé humaine, « l'applicabilité des approches d'investigation et d'intégration à la santé humaine ».

Les recherches axées sur les effets sur la santé humaine ne constituent qu'une faible fraction des projets recensés dans l'inventaire, soit quelque 6 % de l'effort de recherche binational sur les Grands Lacs et le Saint-Laurent en 1990-1991. La recherche canadienne sur ce sujet dans le bassin est représentée par le programme « Les Grands Lacs : impact sur la santé » de Santé et Bien-être social Canada, un programme fédéral de recherche coordonné visant à déterminer les effets sur la santé humaine de la contamination du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Ce programme disposait d'un budget total d'environ 3,4 millions de dollars pour 1990-1991 et 1991-1992. Par opposition, aucun programme dans ce même domaine n'avait été institué à la fin de l'exercice 1991 par le gouvernement américain. En 1992, le Congrès américain avait voté l'allocation de 2 millions de dollars à un programme de subventions à la recherche, administré par la *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*, axé sur le recensement des popu-

lations humaines dont la santé est menacée, l'amélioration des données et des méthodes d'évaluation de l'exposition et l'évaluation de certains effets sur la santé chez les populations présumées à risque dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Neuf projets de recherche ont bénéficié d'un financement en septembre 1992 et figurent dans l'inventaire de la recherche de 1991-1992. Plusieurs projets financés par le Great Lakes Protection Fund étaient de toute évidence pertinents, de même que des projets bénéficiant des fonds du Wisconsin Sea Grant College Program, du Michigan Great Lakes Protection Fund et de plusieurs organismes des États. Les informations relatives aux autres études américaines recensées dans l'inventaire de la recherche ont été recueillies par une interrogation de la base de données sur les recherches en cours des National Institutes of Health.

L'inventaire de la recherche 1991-1992 recense 72 projets examinant les questions relatives à la santé humaine dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent, dont le financement total se chiffre à quelque 9 millions de dollars (tableau 3.2). Globalement, il ressort de l'analyse de l'inventaire que les travaux portant sur la santé humaine dans les Grands Lacs et le Saint-Laurent sont dominés par les études de l'exposition aux substances toxiques et des effets sur la santé découlant de la consommation de poisson contaminé pêché dans les Grands Lacs et le Saint-Laurent. On retrouve un nombre restreint de projets traitant des systèmes d'avertissement au sujet des risques pour la santé, ou de la prise de conscience et de la perception par l'humain des risques pour la santé associés à la consommation du poisson des Grands Lacs.

Outre les projets répertoriés dans l'inventaire, la recherche dans le domaine de l'hygiène du milieu est également active dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent dans cinq centres (financement total estimé entre 15 et 20 millions de dollars), partiellement financés par le National Institute of Environmental Health Sciences, ainsi que dans les laboratoires de l'EPA américaine. Toutefois, les programmes de recherche menés dans ces établissements portent sur les maladies d'origine environnementale en général et non pas particulièrement

Tableau 3.2

Projet de recherche portant sur les questions relatives à la santé humaine dans les Grands Lacs, 1990-1992.

Les totaux par colonne ont été ajustés pour tenir compte des projets ayant plusieurs objectifs et des projets sans information sur leur financement.

SUJET	Nbre DE PROJETS* (1990-1991)	FINAN- CEMENT (1 000\$**) (1990-1991)	Nbre DE PROJETS* (1991-1992)	FINAN- CEMENT (1 000\$**) (1991-1992)
1. Évaluation de l'exposition Couvre la consommation de poisson et les autres voies d'exposition ou recherches non spécifiques.	21	2 329	43	5 406
2. Effets sur la santé humaine*** Couvre la recherche sur la repro- duction, le comportement, le dével- oppement, le cancer et autres effets.			23	3 303
3. Risques pour la santé / avertissement			6	292
TOTAUX :	21	2 329	72	9 001
* Certains projets traitent de plusieurs sujets (c.-à-d. 62 projets distincts seulement en 1991-1992).				
** \$ américains.				
*** 57 % des études concernent les effets sur la santé attribuables à la consommation de poisson des Grands Lacs et du Saint-Laurent.				

sur les problèmes de santé propres aux Grands Lacs et au Saint-Laurent; par conséquent, ils n'ont pas été englobés dans la catégorie des projets de recherche des Grands Lacs et du Saint-Laurent. De même, si la plupart des études en laboratoire des effets sur les animaux de contaminants ne sont en général pas spécifiques aux Grands Lacs, elles sont cependant très utiles pour la compréhension et la prédiction des effets sur la santé humaine dans le bassin.

La question de la santé humaine est abordée principalement par les objectifs de l'annexe 12 de l'ARQEGL et, dans une moindre mesure, par ceux de l'annexe 17. La majorité des travaux de recherche menés sont axés sur la détermination de l'impact des substances toxiques persistantes, et de l'exposition à celles-ci, par le biais de diverses voies d'exposition, ainsi que sur la mise au point de mesures appropriées des fonctions reproductrices, physiologiques et biochimiques à titre d'indicateurs des effets sur la santé. Une fraction significative des recherches se penche par ailleurs sur les objectifs de l'annexe 17 de l'Accord, notamment «le recours aux études basées sur la population pour déterminer les effets à long terme et à faible concentration des substances toxiques sur la santé humaine».



Études portant sur la toxicité de certains congénères choisis des BPC et de leurs métabolites

On dispose de peu d'informations sur la toxicité de certains types de molécules de BPC (congénères) détectés dans les tissus humains et dans certaines sources alimentaires. Plusieurs études portant sur certains congénères choisis des BPC et certains de leurs métabolites ont été effectuées sur des animaux de laboratoire afin de déterminer lesquels sont les plus

toxiques et quels tissus sont les plus touchés par ces produits. Ces connaissances permettront de mieux établir les priorités pour faire face à la contamination par les BPC et de mieux avertir le public sur les moyens de réduire leur exposition aux congénères les plus dangereux.

3.3.3 La contamination des eaux souterraines

Conformément aux dispositions de l'Accord, les gouvernements des États-Unis et du Canada, en coopération avec les gouvernements des États et des provinces, ont pour politique de

« coordonner les programmes existants pour lutter contre la contamination des eaux souterraines touchant les eaux limitrophes du réseau des Grands Lacs »

(Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, annexe 16).

Les projets de recherche ayant trait aux eaux souterraines ont bénéficié d'un financement d'approximativement 8,3 millions de dollars au cours de la période 1991-1992. Sur le total de 71 projets traitant des eaux souterraines, 59 portaient sur les spécifications d'une annexe au moins de l'Accord et représentaient 86 % du financement to-

tal alloué à la catégorie des eaux souterraines. En raison du nombre élevé de projets axés sur les eaux souterraines contaminées et les sources de contamination, l'annexe 16 a reçu plus de la moitié des fonds de financement de la recherche reliée aux annexes de l'Accord. Plusieurs projets portaient par ailleurs sur plusieurs annexes et, si le centre d'intérêt du projet était la contamination et les mesures correctrices, on relevait également parmi les sujets abordés l'effet des pratiques d'utilisation des terres sur la qualité de l'eau et l'utilisation d'espèces indicatrices des effets sur la santé en matière de qualité des eaux souterraines (tableau 3.3). Les projets non reliés aux annexes étaient de nature principalement descriptive et cherchaient à qualifier les divers aspects des eaux souterraines et les processus physiques entourant leur rôle dans le bassin hydrographique.

3.3.4 Les dépôts atmosphériques

En vertu de l'Accord, les Parties doivent **« ... mener les activités de recherche, de surveillance et de contrôle et mettre en oeuvre les mesures de dépollution requises pour réduire les dépôts atmosphériques de substances toxiques, et en particulier de substances toxiques persistantes, dans l'écosystème du bassin des Grands Lacs »**

(Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, annexe 15).

Le suivi des travaux des Parties afin d'estimer et de caractériser les sources de dépôts atmosphériques pour le lac Supérieur constituait également l'une des priorités de la Commission pour le cycle biennal 1991-1993. On dénombre au total 47 projets sur les dépôts atmosphériques, dont 10 (879 000 \$) traitent spécifiquement des dépôts de contaminants dans le lac Supérieur. Dans le tableau 3.4, le domaine de re-

Tableau 3.3

Recherche sur les eaux souterraines reliés aux annexes de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs en 1991-1992

ANNEXE	OBJECTIFS DE LA RECHERCHE	EFFORT DE RECHERCHE	
		Nombre de projets	Fin. (1 000\$**)
2	Recommandations en matière de mesures correctrices et caractérisation plus détaillée des problèmes environnementaux se traduisant par la perte des utilisations bénéfiques; évaluation des concentrations, des sources et des voies de pénétration des polluants critiques et recours à la modélisation pour l'estimation des charges.	11	471
7	Étude du devenir et des voies d'introduction des contaminants dans les matériaux de dragage et ceux résultant des activités de mise au rebut.	2	121
11	Évaluation et surveillance des tendances en matière de qualité de l'eau; évaluation des espèces indicatrices.	3	771
12	Détermination des tendances spatiales et temporelles au chapitre des concentrations des substances toxiques persistantes; utilisation des mesures des fonctions reproductrices et physiologiques chez le poisson et la faune à titre d'indicateurs des effets sur la santé; mise sur pied de programmes conjoints pour la mise au rebut des pesticides; détermination des sources d'apport des substances toxiques persistantes.	11	663
13	Détermination des polluants produits par les sources diffuses; estimation des apports; évaluation des changements au niveau des pratiques d'utilisation et de gestion du sol et de leur effet sur la qualité de l'eau.	9	346
16	Caractérisation des sources de contamination des eaux souterraines; cartographie hydro-géologique des sources de contaminants; échantillonnage et analyse; estimation des apports.	61	3 737
17	Évaluation du transfert massique des polluants entre les eaux souterraines et les autres éléments de l'écosystème; mise au point de technologies de dépollution pour les effluents industriels et urbains; évaluation du transfert des contaminants des eaux souterraines à d'autres secteurs du bassin des Grands Lacs.	21	1 058
TOTAL		118*	7 167

* Certains projets concernent plus d'une annexe (c.-à-d. 19 projets distincts seulement).

** Financement en \$ américains, financement médian supposé pour les projets sans information financière.

cherche «dynamique et devenir» traite des substances toxiques une fois qu'elles ont été déposées de l'atmosphère dans le bassin des Grands Lacs. Tous les autres domaines traitent des substances toxiques lorsqu'elles sont dans l'atmosphère; il n'existe pas d'étude sur la réglementation des émissions atmosphériques.

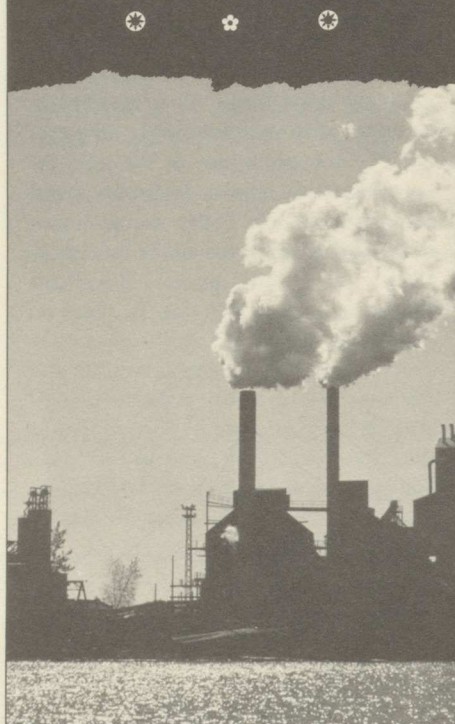
3.3.5 Les plans d'action correctrice et les voies interlacustres

L'Accord énonce le principe général suivant :

«Les plans d'action correctrice doivent adopter une démarche écosystémique systématique et exhaustive pour la restauration et la protection des utilisations bénéfiques dans les secteurs préoccupants» (Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, annexe 2). Le Conseil a recensé les projets de recherche se rapportant aux plans d'action correctrice.

Malgré le peu de détails fournis dans les descriptions des projets, notamment en ce qui concerne leur situation géographique, 19 projets traitant des plans d'action correctrice ont été recensés. Douze projets de recherche portaient sur les aspects socioéconomiques et l'élaboration de programmes de PAC en général, incluant des études sur le bilan massique, les concentrations, le transport, le devenir et les effets des

La volatilisation des BPC des Grands Lacs



Les biphényles polychlorés (BPC) et les autres produits chimiques organiques semi-volatils ont le potentiel de se volatiliser de la surface des Grands Lacs ou de s'introduire dans les lacs à partir de l'atmosphère. Les flux de 70 congénères des BPC ont été étudiés dans la baie Green du lac Michigan ainsi que dans le lac Supérieur sous différents régimes de vents. Les flux de volatilisation en été étaient plus élevés dans les régions plus contaminées. La volatilisation augmentait avec le vent. La volatilisation des BPC est un processus de transport important dans le lac Supérieur et dans la baie Green. Ces travaux ont contribué à une meilleure compréhension du devenir et du transport des BPC dans l'écosystème.

polluants, la prévention de la pollution et les méthodes de traitement (tableau 3.5). Les huit autres projets de recherche couvraient les mêmes catégories, mais étaient axés sur les lieux suivants où ont été mis en oeuvre des PAC : baie Nipigon, rivière St.Marys, baie Green, lac Muskegon, bras Sound, port de Hamilton, baie de Quinte et fleuve Saint-Laurent, incluant Cornwall et

Massena. Les recherches menées dans le bras Sound et à dans la baie Nipigon concernaient les programmes correcteurs d'empoisonnement. Le financement des plans d'action correctrice canadiens provenait pour l'essentiel du Fonds pour la préservation et la prévention de la pollution du Plan d'action des Grands Lacs. Le recensement des projets de recherche

Tableau 3.4
Recherche portant sur les dépôts atmosphériques de substances toxiques, 1990-1992

SUJET	Nbre DE PROJETS* (1990-1991)	FINAN- CEMENT (1 000\$**) (1990-1991)	Nbre DE PROJETS* (1991-1992)	FINAN- CEMENT (1 000\$**) (1991-1992)
Atmosphère (lac Supérieur seulement)	(8)	(817)	47 (10)	8 566 (879)
Couvre les méthodes d'échantillonnage et d'analyse, les sources de pollution, les apports par transport et dépôt, la dynamique et le devenir, la modélisation et la réglementation.	(8)	(817)	47	8 566

* Certains projets portent sur plusieurs sujets (c.-à-d. qu'il y a 38 projets distincts comptés 47 fois dans l'inventaire 1991-1992).

** Dollars américains (financement approximatif, ajusté dans le cas des projets sans renseignements sur le financement, fonds divisés en parties égales pour les inscriptions multiples).

portant sur les voies interlacustres des Grands Lacs montre que les projets portant sur le fleuve Saint-Laurent occupaient une place prépondérante dans cette catégorie. Le financement provenait pour l'essentiel du Plan d'action Saint-Laurent et du Centre Saint-Laurent pour le Canada, et du National Institute of Health pour les États-Unis. Les rivières St. Marys et Niagara ont fait l'objet de subventions respectives d'environ 1 million et 2 millions de dollars.

En tout, 46 domaines du système de classification des projets (se référer aux annexes des inventaires des projets de recherche sur les Grands Lacs et le Saint-Laurent) ont été étudiés par 81 projets, ce qui dénote un large éventail d'activités de recherche au chapitre des voies interlacustres. Cependant, l'évaluation de la base de données de la recherche comporte certaines limitations en raison du caractère incomplet des descriptions des projets. En 1992-1993, la base de données sera couplée à un système d'information géographique afin de permettre une évaluation plus exhaustive des recherches menées dans les secteurs préoccupants.

3.4 Autres domaines de recherche de l'inventaire

Outre les priorités de la Commission, le Conseil a tenté d'aborder les activités de recherche axées sur les enjeux nouveaux ainsi que sur d'autres impacts observés dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Ces domaines incluent le changement climatique, les espèces non indigènes, les milieux humides ainsi que d'autres impacts et questions tels le niveau des eaux, les bactéries et les radionucléides.

3.4.1 Le changement climatique

Auparavant une sous-catégorie de la rubrique des questions naissantes dans l'inventaire de la recherche de 1990-1991, le changement climatique est à présent traité comme un sujet distinct

Tableau 3.5

Recherche portant sur les plans d'action correctrice et les voies interlacustres dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent, 1991-1992.

Les nombres en caractères gras sont des sous-totaux ou des totaux.

SUJET	Nbre DE PROJETS* (1991-1992)	FINANCEMENT (1 000\$)** (1991-1992)
1. Mesures correctrices	20	4 616
Générales	12	2 086
Spécifiques	8	2 530
2. Voies interlacustres	81	9 859
Fleuve Saint-Laurent	53	5 597
Rivière St. Marys	5	1 066
Rivière Niagara	11	1 706
Rivière St. Clair	8	294
Rivière Detroit	1	48
Non spécifié	3	1 148
TOTAUX	101	14 475

* Certains projets portent sur les deux domaines (c.-à-d. 87 projets distincts).

** Fonds en dollars américains.

où la majorité des recherches sont axées sur les effets sur le milieu physique et les communautés biologiques (tableau 3.6). Les études des effets sur l'environnement physique se penchent sur les impacts sur les cycles de glace des Grands Lacs, les caractéristiques des précipitations de neige, l'hydrologie des lacs et les ressources hydriques régionales. Les communautés de poissons constituent le principal sujet des études des effets sur les communautés biologiques, tandis qu'un projet examine les effets de l'accroissement du rayonnement ultraviolet sur les végétaux. Le nombre de projets et le montant du financement diminuent quelque peu pour les catégories «recherche fondamentale», «fonctions de forçage» et «effets socio-économiques». Dans la sous-catégorie de la recherche fondamentale, on retrouve les projets de collecte des données climatologiques pour les modèles utilisés afin de comprendre les scénarios de changements climatiques. Dans la sous-catégorie des fonctions de forçage, on s'intéresse aux effets du dioxyde de carbone et de l'ozone sur le changement climatique mondial. Il convient d'investir davantage dans l'élaboration de stratégies visant à réduire les impacts du changement climatique, car aucun effort n'est à l'heure actuelle consenti dans cette sous-catégorie.

3.4.2 Autres impacts et questions

La catégorie des autres impacts et questions de l'inventaire des projets de recherche inclut des domaines qui bénéficient actuellement d'un financement inférieur à 1 million de dollars (tableau 3.7). Seules trois des huit catégories - pollution par les agents pathogènes et les bactéries; pollution, érosion et sédimentation, et pratiques agricoles -- bénéficient d'un financement supérieur à 500 000 \$. Les projets dans la catégorie de la pollution par les agents pathogènes et les bactéries portent principalement sur la détection et la modélisation de la pollution bactérienne causée par les précipitations, le ruissellement et l'épandage de fumier. La modélisation des processus dynamiques reliés à la houle et aux tempêtes le long des côtes est le principal thème des projets de la catégorie de l'érosion et de la sédimentation. Il existe un grand nombre de pratiques agricoles qui ont pour conséquence la perte de substances nutritives, de sédiments et de pesticides dans les eaux de surface et les eaux souterraines du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Le domaine de recherche des pratiques agricoles évalue les impacts de différentes pratiques agricoles afin de

Tableau 3.6
Recherche portant sur le changement climatique dans les Grands Lacs, 1990-1992

SUJET	Nbre DE PROJETS* (1990-1991)	FINAN-CEMENT (1 000\$**) (1990-1991)	Nbre De PROJETS* (1991-1992)	FINAN-CEMENT (1 000\$**) (1991-1992)
Climat	8	919	29	2 347
Couvre recherche fondamentale, fonctions de forçage, effets sur l'environnement physique, effets sur les communautés biologiques, répercussions socio-économiques et stratégies de réduction des impacts.				
* Certains projets portent sur plusieurs domaines (c.-à-d. 28 projets distincts et 29 recensements dans l'inventaire 1991-1992.				
** Fonds en dollars américains (financement approximatif, ajusté dans le cas des projets sans informations sur le financement, fonds divisés en quantités égales pour les inscriptions multiples).				

minimiser les effets dommageables.

On ignore si les orientations de la recherche dans les bassins des Grands Lacs et du Saint-Laurent sont établies en fonction de l'importance des questions actuelles pour l'écosystème conformément aux dispositions de l'Accord, ou si elles sont dictées par les intérêts économiques. En raison de la rareté des données historiques sur les tendances de la recherche dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent, il est difficile d'évaluer dans quelle mesure la communauté scientifique est à l'écoute des nouveaux problèmes. La récente invasion de l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent par la dreissena polymorphe est le seul exemple que nous connaissons de l'intensification immédiate des efforts de recherche en réponse à l'apparition d'un nouveau problème. La réaction des organismes subventionnaires et des chercheurs semble être adéquate. Cependant, les effets de la dreissena polymorphe revêtent une importance économique considérable par rapport à d'autres questions (p. ex., les milieux humides et les espèces en voie de disparition), lesquelles bénéficient de beaucoup moins d'attention de la part des chercheurs.



La mise au point de techniques de prédiction de l'érosion du sol

L'érosion du sol sur les terres cultivées continue à constituer une source majeure de contamination des eaux de surface. Depuis quelques décennies, on a recours à des techniques de prédiction de l'érosion afin de choisir les pratiques d'aménagement et de conservation appropriées pour les terres agricoles. Compte tenu du fait que les techniques de prédiction de l'érosion requièrent des données empiriques, elles sont difficiles à utiliser pour l'évaluation de nouvelles pratiques. Par ailleurs, elles ne sont pas conçues pour prédire le mouvement des substances des terres agricoles jusqu'aux masses d'eau réceptrices.

Un projet de prédiction de l'érosion

hydrique a été mis sur pied dans le but de mettre au point des techniques de prédiction de l'érosion basées sur les processus fondamentaux. Ce projet a été lancé en 1987 et a permis de produire un modèle qui sera utilisé, après vérification et validation, dans la majeure partie du bassin. Il s'agit d'un ensemble de modèles de simulateurs quotidiens qui permettrait de prédire la sédimentation attribuable à l'érosion, ainsi que l'érosion et le transport des sédiments par les voies interlacustres. Cette technique sera utilisée sur le terrain par les agents de protection de la nature et le modèle sera mis à la disposition des organismes concernés en 1995.

Tableau 3.7
Recherche portant sur les autres impacts et enjeux des Grands Lacs, 1990-1992

SUJET	Nbre DE PROJETS (1990-1991)	FINAN-CEMENT (1 000\$*) (1990-1991)	Nbre DE PROJETS (1991-1992)	FINAN-CEMENT (1 000\$*) (1991-1992)
Niveaux de l'eau	8	465	5	225
Pollution bactérienne	8	371	10	800
Érosion/sédimentation	7	225	10	754
Pratiques agricoles**			9	504
Apports de saumure**			1	73
Radionucléides**			2	112
Utilisation des sols**			4	273
Autre	9	335	2	174
TOTAUX	22	1 396	43	2 915

* Dollars américains.

** Pas de relevés en 1990-1991.

3.4.3 Les espèces non indigènes

En vertu de l'Accord révisé, les gardes côtières américaines et canadiennes sont responsables de l'examen des « ... **pratiques et procédures relatives aux eaux usées et à leurs effets dommageables sur la qualité de l'eau, incluant, au besoin, les études visant à déterminer si les poissons ou les invertébrés vivants contenus dans l'eau de ballast rejetée dans le bassin des Grands Lacs constituent une menace pour ce dernier** » (Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, annexe 6). Dans le cadre de l'évaluation de telles activités, l'inventaire de la recherche comprend une compilation des travaux portant sur les espèces non indigènes dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent.

On retrouve dans les inventaires de la recherche du Conseil un nombre relativement élevé de projets portant sur les espèces exotiques. À l'exception de six projets canadiens financés par la province de l'Ontario et de certains travaux subventionnés par les États américains, la majorité des projets en 1990-1991 doivent leur financement aux organismes fédéraux. Le montant total des sommes allouées par les gouvernements à la recherche sur les espèces exotiques en 1990-1991 s'élève à approximativement 6,1 millions de dollars : 5,4 millions de dollars pour les États-Unis et 0,7 millions de dollars pour le Canada. Environ deux tiers de

ces projets de recherche aux États-Unis ont été menés dans les établissements universitaires, tandis que la majorité des travaux canadiens ont été pilotés par des établissements gouvernementaux. On notera que l'inventaire de la recherche 1990-1991 n'inclut pas le financement par l'industrie et les gouvernements municipaux de la recherche sur les espèces non indigènes.

La base de données de l'inventaire de 1991-1992 a été élargie pour inclure les recherches dans le domaine socio-économique, ainsi que les projets menés par l'industrie ou les organisations privées. Le montant total du financement consacré à la recherche sur les espèces exotiques en 1991-1992 est estimé à 11,6 millions de dollars, dont 1,5 million de dollars émanent du secteur privé et 8,0 millions de dollars et 2,1 millions de dollars sont octroyés respectivement par les organismes gouvernements américains et canadiens (tableau 3.8). Si l'on relève certains projets financés par les États américains et cinq projets ayant bénéficié d'un financement interne par des universités canadiennes, la majorité des travaux ont continué d'être subventionnés par les organismes fédéraux en 1991-1992. Toutefois, au Canada, le niveau du financement accordé par les gouvernements fédéral et provinciaux était comparable.

Le tableau 3.8 montre la ventilation des projets par organisme dans les inventaires de la recherche de 1990-

1991 et 1991-1992. La majorité des projets portaient sur la dreissena polymorphe et sur la lamproie marine. Une faible proportion seulement traitait d'autres espèces introduites et il s'agissait en majorité de projets de recherche menés aux États-Unis en vertu d'un financement Sea Grant. Les effets de la dreissena polymorphe et de la lamproie marine revêtent une importance économique significative, contrairement à d'autres envahisseurs récents qui peuvent causer des dommages écologiques importants mais dont les coûts économiques sont moins évidents (c.-à-d. *Bythotrephes* et salicaire pourpre). Les espèces de cette dernière catégorie faisant l'objet d'efforts de recherche considérablement plus réduits, il semblerait que les recherches sur les espèces exotiques soient, dans une certaine mesure, motivés par des considérations d'ordre économique.

Le tableau 3.9 indique les besoins en matière de recherche établis par le Great Lakes Panel on Aquatic Nuisance Species, une entité des organismes des gouvernements fédéral et étatiques américains créée en vertu de la Nonindigenous Aquatic Nuisance Species Prevention and Control Act de 1990. La majorité des projets de recherche portent sur la limitation, les effets, la biologie et la propagation des organismes envahisseurs. L'augmentation prononcée du nombre de projets et du montant du financement en 1991-1992 témoigne de la préoccupation accrue suscitée par la propagation et la distribution des espèces exotiques.

Tableau 3.8

Recherche portant sur les espèces non indigènes, 1990-1992

Projets inscrits par organisme envahisseur. Les totaux de chaque colonne ont été ajustés dans le cas des projets ayant plusieurs objectifs et de ceux sans information sur leur financement.

ORGANISM	Nbre DE PROJETS* (1990-1991)	FINAN- CEMENT (1 000\$**) (1990-1991)	Nbre De PROJETS* (1991-1992)	FINAN- CEMENT (1 000\$**) (1991-1992)
Dreissena polymorphe	45	4 434	148	10 050
Lamproie marine	11	541	8	360
Bythotrephes	5	440	5	552
Salicaire pourpre	1	98	4	175
Gaspereau	2	59	2	57
Myriophylle en épi	1	45	2	87
Éperlan	0	0	2	138
Grémille	2	77	2	78
Moule Quagga	0	0	1	56
Goujon de mer	0	0	1	3
Non précisé	3	431	6	478
TOTAUX :	70	6 125	181	12 034

*Fonds en dollars américains.

Dans la catégorie des «effets», la majorité des études au niveau de la population se penchent sur les impacts des espèces exotiques sur le poisson, ce qui traduit l'inquiétude suscitée par les risques de dommages auxquels sont exposées les ressources halieutiques ayant une importance économique. Peu d'études examinent la prévention des invasions futures d'espèces exotiques, ce qui porte à croire que les recherches sur les espèces exotiques sont de nature principalement réactive. La recherche

dans le domaine des sciences sociales est encore mini male.

Le Great Lakes Panel on Aquatic Nuisance Species a également proposé une liste préliminaire de trois objectifs principaux de gestion en ce qui concerne les espèces exotiques dans la région des Grands Lacs et du Saint-Laurent : (1) la prévention de l'introduction (intercontinentale), (2) le confinement des espèces pouvant être dommageables (intracontinentale) et (3)

la lutte contre les envahisseurs reconnus (lamproie marine, gaspereau, grémille, dreissena polymorphe, nouveaux envahisseurs et espèces exotiques pathogènes). Les inventaires de la recherche de 1990-1991 et de 1991-1992 incluent respectivement 22 et 63 projets qui examinent ces questions, ce qui montre que la gestion des espèces exotiques constitue un domaine de recherche actif dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent.

Tableau 3.9

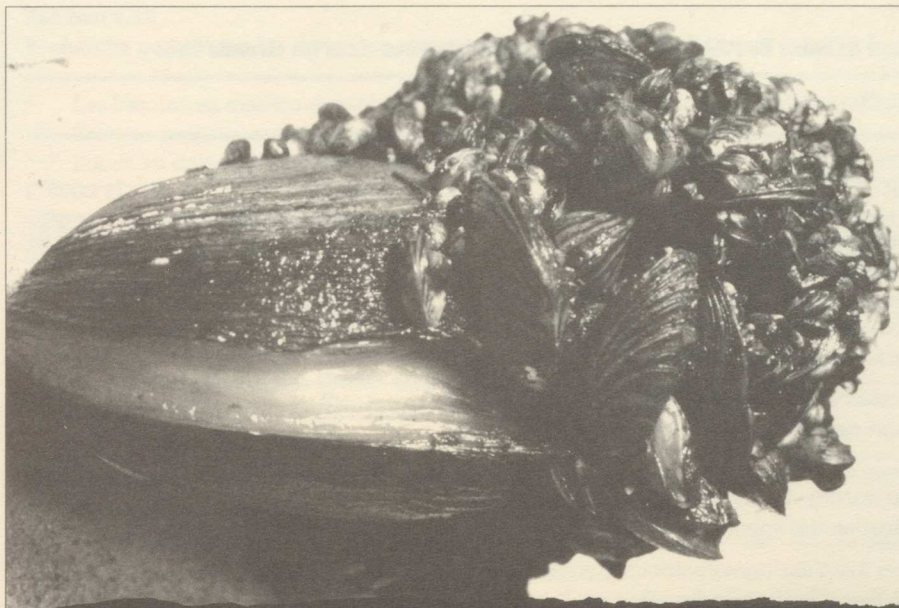
Recherche sur les espèces non indigènes, 1990-1992

Projets inscrits selon les besoins en matière de recherche. Les totaux de chaque colonne ont été ajustés dans le cas des projets ayant plusieurs objectifs et de ceux dépourvus d'information sur leur financement. On notera que les chiffres pour 1991-1992 incluent les projets de l'industrie privée.

BESOINS EN MATIÈRE DE RECHERCHE	Nbre DE PROJETS* (1990-1991)	FINAN- CEMENT (1 000\$**) (1990-1991)	Nbre De PROJETS* (1991-1992)	FINAN- CEMENT (1 000\$**) (1991-1992)
Propagation	9	315	28	1 319
Biologie/Cycle vital	25	1 162	55	2 534
Effets sur l'écosystème	38	2 892	59	3 575
Lutte/Atténuation	18	1 407	60	3 715
Prévention de l'introduction	4	487	3	206
Coûts et bénéfices économiques	1	38	4	274
TOTAUX:	95	6 301	209	11 623

* Certains projets répondent à plusieurs besoins en matière de recherche (c.-à-d. 181 projets distincts en 1991-1992).

** Fonds en dollars américains (financement approximatif, ajusté dans le cas des projets sans information sur leur financement).



La dreissena polymorphe

Dans les systèmes fermés, on a montré que l'eau chaude constituait une méthode de lutte efficace contre la dreissena polymorphe. C'est le chlore que l'on utilise le plus fréquemment pour la répression de cet organisme, en partie parce qu'il est relativement peu coûteux. Toutefois, son utilisation sur une base continue est contraire à la politique recommandée par la CMI de réduire les rejets de chlore dans l'écosystème des Grands Lacs. Les recherches ont montré que le potassium, le brome, l'ozone et le

rayonnement ultraviolet pourraient être utilisés en lieu et place du chlore, tandis que plus de 30 autres composés font encore l'objet d'évaluation.

En laboratoire, les chercheurs ont réussi à induire le frai de la dreissena polymorphe en fournissant un stimulus artificiel. Cette technique prometteuse pourrait être utilisée pour la répression des populations de dreissena polymorphe en déclenchant leur reproduction au mauvais moment de l'année.

Tableau 3.10
Recherche sur les espèces non indigènes dans le lac Érié
(incluant le lac St. Clair), 1991-1992.

Les nombres en caractères gras sont des totaux.

SUJET	Nbre DE PROJETS* (1991-1992)	FINANCEMENT (1 000\$)** (1991-1992)
1. Espèces exotiques	67	3 410
Propagation/Distribution	7	79
Biologie/Cycle vital	12	505
Effets sur l'écosystème	34	1 767
Répression/atténuation	11	854
Prévention de l'introduction	0	0
Facteurs socio-économiques	3	205
2. Autres recherches ***	47	5 156
TOTAUX	115	8 566

* Certains projets traitent de plus d'un domaine (c.-à-d. 96 projets distincts).

** Fonds en dollars américains.

*** Signifie des recherches portant sur d'autres sujets que les espèces exotiques.

Comme l'ont amplement démontré les problèmes d'eutrophisation dans les années 1970, le lac Érié est un écosystème dynamique. Cette sensibilité a amené le Conseil à affirmer que l'invasion récente du lac Érié par la dreissena polymorphe exotique nuit à l'intégrité écologique du lac. Le tableau 3.10 indique les projets qui ont été menés dans le lac Érié et le lac St. Clair sur la dreissena polymorphe. Les conditions physiques favorables à la dreissena polymorphe, incluant le substrat optimal, la profondeur d'eau et les concentrations de substances nutritives, rendent le lac Érié particulièrement vulnérable aux impacts écologiques. À l'heure actuelle, les recherches sur la dreissena polymorphe dans les lacs Érié et St. Clair représentent 67 projets et 3,4 millions de dollars, les travaux sur les effets sur l'écosystème représentant approximativement la moitié de ces chiffres. Les études des «effets sur l'écosystème» étaient axées sur, par ordre décroissant d'intensité des efforts, les effets sur le poisson, la dynamique des réseaux trophiques, le plancton, la dynamique des contaminants, les unionidés, la sauvagine, le zooplancton et la qualité de l'eau (transparence). Les principaux organismes subventionnaires étaient le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, la Ohio Sea Grant et la Environmental Protection Agency américaine. Une deuxième catégorie importante des recherches sur le lac Érié était celle de la répression de la dreissena polymorphe et de l'atténuation de ses impacts. À des fins de comparaison, tous les projets figurant dans l'inventaire des recherches non reliées aux espèces exotiques qui contenaient la mention «lac Érié» dans son titre ou ses objectifs ont été inclus dans la catégorie «autres recherches». Les projets dans ce domaine portent sur 25 catégories et sous-catégories, ce qui dénote une grande diversité des travaux de recherche.

3.4.4 Les milieux humides

Les milieux humides assurent le traitement naturel de l'eau et le cycle des substances nutritives et les habitats qu'ils recèlent sont recherchés par un grand nombre d'espèces. Au total, on a recensé 33 projets de recherche portant

Tableau 3.11

Recherche sur les milieux humides reliées aux annexes de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs en 1991-1992

ANNEXE	OBJECTIFS DES TRAVAUX DE RECHERCHE	EFFORT DE RECHERCHE	
		Nombre de projets	Fin.(1 000\$**)
2	Caractérisation des problèmes environnementaux dans les secteurs préoccupants et des détériorations des usages, par exemple difformités chez les oiseaux et les animaux, problèmes de reproduction et disparition des habitats faunique. Inclut également l'évaluation des mesures correctrices actuelles et futures.	7	107,03
7	Détermination et actions correctrices pour préserver les milieux humides du bassin des Grands Lacs qui sont menacés par les activités de dragage et d'élimination.	2	23,05
11	Évaluation des tendances en matière de qualité de l'eau et collecte des données de base pour l'évaluation des apports et des effets.	2	22,80
12	Utilisation de paramètres des fonctions reproductrices et physiologiques chez la faune et le poisson à titre d'indicateur des effets sur la santé; programmes de surveillance et de recherche pour dégager les tendances temporelles et spatiales de la concentration des substances toxiques persistantes; réhabilitation des régions du bassin des Grands Lacs dégradées par les substances toxiques persistantes.	8	123,35
13	Préservation des milieux humides dans le bassin des Grands Lacs qui sont menacés par des projets d'aménagement urbain et agricole et par les activités d'élimination des déchets.	3	30,52
14	Régions touchées par les sédiments contaminés de source agricole ou industrielle.	1	7,47
15	Régions touchées par le dépôt des substances toxiques aéroportées.	1	28,00
16	Régions touchées par les eaux souterraines contaminées en raison d'un site d'élimination des déchets isolé.	1	16,67
17	Évaluation de l'utilisation des milieux humides à titre de technique de dépollution pour la rétention des contaminants; détermination de l'apport des espèces exotiques et mise au point d'options de lutte au sein des milieux humides.	8	319,37
TOTAL		33*	678,26

* Certains projets sont reliés à plus d'une annexe (c.-à-d. 19 projets distincts seulement).

** Fonds en dollars américains, financement médian supposé pour les projets sans information sur le financement.

sur les marais ou les deltas des milieux humides, dont le financement s'élevait à approximativement 2,0 millions de dollars. Ces projets ont été classés selon les annexes de l'Accord les plus pertinentes. Sur les 33 projets, 19 étaient directement applicables à l'une ou l'autre des annexes, dont plusieurs se rapportaient à plus d'une annexe (tableau 3.11). Les 14 projets restants ne portaient pas directement sur une des annexes de l'Accord, mais sur des domaines tels que l'écologie des milieux humides, la dynamique des contaminants et des substances nutritives, l'analyse descriptive de différents aspects des milieux humides (imagerie multispectrale, description des aquifères), ainsi que sur d'autres

domaines non spécifiés. Sur le montant total du financement alloué à la recherche sur les milieux humides, 65 % est allé à des projets non directement reliés aux objectifs de l'Accord. Près de 50 % du financement des projets reliés aux annexes concernait les objectifs de l'annexe 17, et principalement les espèces exotiques dans les milieux humides, la faisabilité de la construction et du maintien des milieux humides pour la lutte contre la contamination des effluents et l'élimination des déchets.

3.5 Annexe 17 - Recherche et développement

Le Conseil a la responsabilité de l'examen et de l'évaluation des activités de recherche et de développement menées en vertu de l'annexe 17 de l'Accord, dont l'objet est le suivant :

«La présente annexe définit les besoins en matière de recherche pour l'atteinte des objectifs de l'Accord» (Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, annexe 17).

Tableau 3.12

Recherche portant sur les domaines répertoriés à l'annexe 17 de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs

* Les besoins en matière de recherche doivent être mieux définis; les sections critiques sont soulignées.

** Certains projets portent sur plusieurs sujets.

*** Fonds en dollars américains (financement approximatif, ajusté dans le cas des projets sans information sur le financement).

BESOINS EN MATIÈRE DE RECHERCHE* (Annexe 17, Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs)	Nbre de projets**	Fin. (1 000\$***)	Catégories et numéros de projets de l'inventaire de la recherche
(a) Transfert massique de polluants entre les composantes aquatiques, sédimentaires, atmosphériques, terrestres et biotiques du bassin des Grands Lacs et processus régissant le transfert des polluants à travers les interfaces entre ces composantes.	220	22 764	La plupart dans la catégorie 1.03 (concentrations, transport et devenir - Substances toxiques). Peu de projet de la catégorie 5.01 (Environnement physique) et 1.04 (Exposition)
(b) Modèles de réduction des charges pour les polluants du bassin des Grands Lacs.	8	1 039	n° 70, 133, 580, 791, 796, 954, 969, 990
(c) Processus physique et processus de transformation qui influent sur l'apport des polluants par les tributaires dans les Grands Lacs.	7	781	n° 4, 368, 573, 580, 767, 947, 969
(d)* Rapport de causalité entre la <i>productivité</i> et l'écotoxicologie.	4	485	n° 49, 183, 804, 920
(e) Relations entre les sédiments contaminés et l'intégrité de l'écosystème	20	2 867	Études de la catégorie 1.05 (Effets - Substances toxiques) : n° 29, 34, 71, 74, 202, 224, 226, 250, 252, 260, 379, 382, 450, 586, 600, 741-744, 750
(f)* Échange de polluants entre les secteurs préoccupants et les eaux libres des lacs, incluant les <i>relations causales entre sub- stances nutritives, productivité, sédiments</i> , et élaboration d'options correctrices in situ de nature chimique, physique et biologique.	36	4 902	Échange de polluants entre secteurs préoccupants et eau libre : n° 8, 34, 40, 392, 397, 461, 573, 580, 865 Relation de causalité : n° 49, 54, 260, 183, 804, 920 Correction in situ : n° 34, 74, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 281, 370, 556, 568, 569, 735, 786, 799, 913, 916, 961, 998
(g) Les effets sur le milieu aquatique de la variation du niveau des concerne la conservation des milieux humides et le devenir et les lacs par rapport aux sources de pollution, en particulier en ce qui effets des polluants dans l'écosystème du bassin des Grands Lacs.	0	0	Pas d'étude applicable dans l'inventaire
(h)* <i>Les effets de l'écotoxicité et de la toxicité des polluants pour l'élaboration des objectifs de qualité de l'eau.</i>	5	372	Études portant sur l'élaboration d'objectifs de qualité de l'eau : n° 343, 381, 641, 738, 801
(i)* Les incidences de la <i>qualité de l'eau</i> et de l'introduction d'espèces non indigènes sur la population et les habitats des poissons et de la faune afin de mettre au point des options réalistes pour leur récupération, leur restauration ou leur amélioration.	191	16 757	Catégorie 1.05 (Effets - Substances toxiques); catégorie 2.03 (Effets - Eutrophisation) Partie des catégories 3.01 et 3.03 (espèces non indigènes)
(j) Mise au point de techniques de dépollution pour le traitement des effluents urbains et industriels, des émissions atmosphér- iques et pour l'élimination des déchets, incluant ceux mis en décharge.	64	6 663	Catégorie 1.06 (Correction/Gestion) de projets applicables
(k) Création de des niveaux d'intervention en matière de contam- ination qui tiennent compte de l'exposition à plusieurs milieux et des effets interactifs des produits chimiques.	6	455	Études de la catégorie 1.05 (Effets des substances toxiques) n° 255, 421, 752, 962, 968, 1018
(l) Approches par des études démographiques afin de déterminer les effets à long terme de faibles teneurs en substances toxiques sur la santé humaine.	16	2 535	Toutes les études sur la santé de l'humain et des animaux des catégories 1.04 (Exposition) et 1.05 (Effets des substances toxiques)
TOTAUX	577	59 620	

La base de données de l'inventaire de la recherche a été évaluée en fonction de la mise en oeuvre des douze objectifs énoncés à l'annexe 17 (tableau 3.12). La majorité des projets portent sur les aspects suivants : (a) transfert massif des polluants et (i) incidence de la qualité de l'eau et de l'introduction d'espèces non indigènes. Les autres objectifs pour lesquels on constate une certaine activité de la part des gouvernements du Canada et des États-Unis sont les suivants : (j) mise au point de techniques de dépollution pour le traitement des effluents urbains et industriels, les émissions atmosphériques et d'élimination des déchets, (e) relation entre les sédiments contaminés et l'intégrité de l'écosystème, (f) échanges de polluants entre les secteurs préoccupants et les eaux libres des lacs et, enfin, (l) recours aux études démographiques pour déterminer les effets à long terme sur la santé humaine.

Un nombre restreint d'études des gouvernements américain et canadien portent sur six des 12 objectifs (tableau 3.12). Au total, le nombre de projets et les sommes allouées visant l'annexe 17 en 1991-1992 représentent approximativement 57 % du total des projets recensés dans l'inventaire (1015 projets) et 56 % du financement (107 millions de dollars).

La nature intégrative des objectifs de l'annexe 17 requiert, dans la plupart des cas, une approche multidisciplinaire. L'évaluation des objectifs tels (a) le transfert massif de polluants, (i) les incidences de la qualité de l'eau et (j) l'élaboration de stratégies de dépollution, témoigne de l'importance des efforts et des capitaux consentis par les Parties à cet égard. La collaboration institutionnelle et les efforts de recherche pertinents nécessaires pour atteindre les objectifs écosystémiques de l'annexe 17 exigeront la mise en oeuvre d'un cadre pour la coordination de la recherche et la détermination des priorités. Le Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs travaille actuellement à la mise sur pied d'une telle initiative pour le compte de la Commission (voir chapitre 5.0).

4.0 Stratégie relative aux orientations futures de la recherche sur les Grands Lacs et le Saint-Laurent

La stratégie en matière de recherche du Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs décrit le programme de recherche futur nécessaire, dans l'optique globale du développement durable, pour le rétablissement et le maintien de l'intégrité chimique, physique et biologique de l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent.

Les stratégies permettant d'atteindre ce but exigeront un engagement décisif par la gestion de la science des écosystèmes et un effort intensif pour influencer l'action humaine en faisant participer tous les intervenants aux décisions relatives à l'établissement des objectifs et des priorités.

Les deux principaux buts de la stratégie sont les suivants :

- réparer les erreurs passées;
- prévenir la dégradation future de l'écosystème

Pour atteindre ces buts, les objectifs généraux suivants doivent être poursuivis :

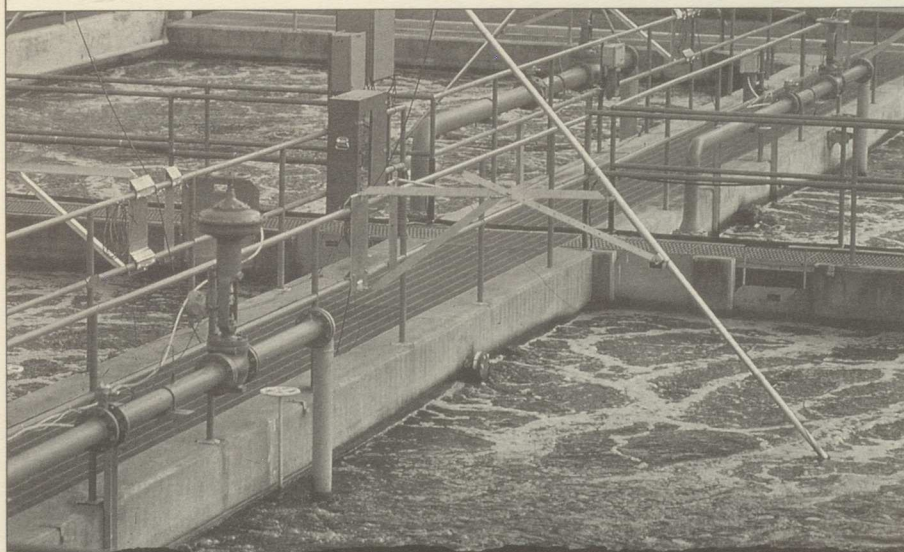
- la correction des erreurs environnementales passées, en particulier dans les secteurs préoccupants, incluant l'atténuation des impacts de la contamination des sédiments, des eaux souterraines, des décharges et des installations d'élimination des déchets confinées, ainsi que la restauration des habitats naturels;
- la prévention de la dégradation future de l'écosystème, et notamment les recherches axées sur la prévention et

la réduction des impacts de la pollution ainsi que sur le maintien de la santé humaine et de l'intégrité de l'écosystème;

- influencer l'action humaine en encourageant l'intégration écologique et économique et en informant les intervenants des résultats des recherches.

La réparation des erreurs passées est un effort multidimensionnel dont les objectifs incluent la réhabilitation des secteurs préoccupants par le rétablissement des utilisations bénéfiques recensées à l'annexe 2 de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, l'atténuation des impacts de la contamination des substrats et des eaux souterraines, ainsi que le rétablissement et la protection des habitats et d'autres milieux importants sur le plan écologique. Toutes les stratégies correctrices pour atteindre ces buts doivent être considérées comme des éléments de la relation liant l'être humain et son milieu naturel. Pour le Conseil, cela signifie privilégier davantage les travaux scientifiques interdisciplinaires et transdisciplinaires, l'intégration des systèmes naturels et sociétaux, la planification globale et la gestion adaptative ou prédictive. Il émerge de cette approche une stratégie de recherche multidisciplinaire incorporant des objectifs tant à long terme qu'à court terme et orientant les recherches pertinentes vers la réparation des erreurs passées et la prévention des erreurs futures.

La prévention et la réduction des impacts des polluants exigent des recherches visant à élaborer des options judicieuses en matière d'élimination virtuelle des substances toxiques et de réglementation des sources ponctuelles, de l'eau potable, des effluents d'eaux usées, de l'élimination des déchets et des déversements accidentels. Cet objectif exige également la quantification, la réduction et la prévention de la pollution émanant des sources diffuses, notamment les substances toxiques aéroportées et la nitrification, ainsi qu'une meilleure compréhension des conséquences environnementales des



La recherche sur le traitement des effluents dans le secteur des pâtes et papiers * * *

Des recherches sont actuellement en cours pour évaluer l'efficacité de procédés de traitement biologique tels les étangs aérés et les systèmes de boues activées. On travaille également à la mise au point et à la démonstration de l'efficacité de biotechnologies anaérobies et aérobies sophistiquées pour l'élimination des composés

toxiques tels les organochlorés que l'on retrouve dans les effluents des usines de pâte blanchie ou les agents d'extraction du bois hautement concentrés présents dans les eaux résiduaires des usines de pâtes chimico-thermomécaniques.

activités humaines. La conservation de la santé humaine et de celle des autres espèces de l'écosystème englobe les recherches visant, entre autres objectifs, la protection et la promotion des populations de poissons et d'animaux et de la santé humaine, l'amélioration des aires protégées et l'assurance de la durabilité de l'utilisation des sols, ainsi que la prévention et l'atténuation des impacts du changement climatique.

L'apport de substances toxiques et de polluants conventionnels par les sources diffuses constitue un problème grave qui requiert une intensification des efforts de recherche. Les recherches sur les sources diffuses doivent porter principalement sur l'élimination à la source et la réduction de la contamination des sédiments, du ruissellement urbain et des dépôts atmosphériques, en particulier pour les sources situées à l'extérieur du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent, ainsi que sur l'élaboration de nouvelles technologies, de produits et de pratiques de substitution, incluant les pratiques visant à réduire la dépendance vis-à-vis des substances chimiques agricoles.

Nous prions instamment la Commission de recommander que les Parties encouragent la collaboration et les partenariats interdisciplinaires au sein de la communauté scientifique afin d'étudier l'impact, la réduction et l'élimination des apports des sources diffuses mettant en péril l'intégrité de l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent.

Nous prions instamment la Commission de recommander que les Parties continuent à privilégier la recherche, le développement et la mise en oeuvre d'initiatives de prévention de la pollution, incluant celles qui touchent les sources ponctuelles et l'optimisation des procédés.

Les technologies de récupération et de recyclage pour confiner les sous-produits à la source constituent une urgence immédiate. De surcroît, il convient d'optimiser les systèmes de dépollution afin d'assurer leur intégrité opérationnelle. À long terme, il faudra

mettre au point de nouvelles techniques et de nouveaux procédés de fabrication afin d'empêcher toute production de polluants.

L'incitation au changement d'attitude et de comportement des individus peut se faire par des mesures efficaces de communication et d'information. On peut également avoir recours aux leviers socio-économiques, incluant la tarification, l'imposition et les instruments tels que la comptabilité des ressources pour restaurer et maintenir l'intégrité de l'écosystème et pour assujettir le flux des marchandises au critère de la durabilité écologique plutôt qu'à celui de la demande du marché mondial.

Le Conseil est conscient de l'importance d'atteindre ces buts et objectifs par le biais de gestes décisifs soutenus par la gestion scientifique de l'écosystème, en particulier dans les quatre secteurs suivants :

- réduire et éliminer virtuellement les substances toxiques persistantes;
- restaurer et protéger les habitats indispensables à la santé et à la diversité des communautés de plantes, de poisson et d'animaux sauvages;
- protéger la santé humaine, restaurer et maintenir des populations stables, diversifiées et autosuffisantes de plantes, de poissons et d'animaux;
- promouvoir l'intégrité de l'écosystème par des mesures efficaces de communication et d'information.

4.1 La stratégie de la recherche relative aux substances toxiques

Le Conseil avalise l'objectif suivant relatif aux substances toxiques :

Pour restaurer l'intégrité chimique des eaux de l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent, nous réduirons les concentrations de substances toxiques dans les eaux et les habitats avoisinants, en accordant une place prépondérante à l'élimination virtuelle des substances toxiques

persistantes de l'écosystème, afin que tous les organismes soient adéquatement protégés.

Au cours des 20 dernières années, des progrès considérables ont été accomplis pour réduire les concentrations et les apports de substances toxiques dans l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Les améliorations les plus significatives ont été obtenues par l'imposition de restrictions sur la fabrication et l'usage de substances telles que le DDT et les BPC. En dépit de ces améliorations, les concentrations de bon nombre de substances toxiques que l'on retrouve actuellement dans les tissus des poissons, ainsi que d'autres indicateurs de la santé de l'écosystème, sont encore à des niveaux inacceptables.

Une stratégie de recherche concertée pour les substances toxiques s'impose si l'on veut atteindre les objectifs de gestion à court terme et corriger les erreurs passées, tout en s'attaquant à l'objectif à long terme de prévenir toute dégradation future de l'écosystème. Appartiennent à la catégorie des substances toxiques les composés organiques, les métaux, les métalloïdes, les radionucléides, les substances nutritives et les composés consommateurs d'oxygène. L'approche suivante s'appuie sur l'évaluation des risques existants ainsi que sur le cadre de réduction des risques :

- classer les principales sources de contamination par ordre de priorité et cartographier les sites contaminés;
- diagnostiquer les problèmes;
- évaluer les risques significatifs passés et actuels pour la santé humaine et les écosystèmes;
- analyser les coûts et les bénéfices de la réduction des risques;
- mettre au point des technologies *in situ* et *ex situ* d'élimination à la source et d'assainissement des sites;
- proposer des scénarios de réglementation et d'actions correctrices, des lignes directrices et des règlements visant spécifiquement les substances chimiques et les effluents mixtes;
- mettre en oeuvre les mesures réglementaires et correctrices;
- procéder à l'analyse des options et mettre en oeuvre les projets de démonstration;
- mettre au point et exploiter des modèles prédictifs cause-effet des polluants;

- procéder à des évaluations des impacts cumulatifs;
- mener des opérations de surveillance des effets sur l'environnement après la mise en oeuvre de mesures et vérifier les prédictions formulées à l'aide des modèles.

Des recherches s'imposent pour appuyer la mise en oeuvre de cette stratégie, notamment sur les sources, le transport, le devenir, l'exposition, les effets et l'atténuation de la pollution par les substances toxiques. Il faut élaborer des modèles qui permettent de mettre en relation les apports de substances toxiques avec leurs concentrations et leurs effets dans l'eau, l'air, les sédiments, les eaux souterraines et la chaîne alimentaire, tout en tenant compte des impacts sur les éléments de l'écosystème, notamment au niveau de la population, de la communauté et de l'habitat. Par ailleurs, la prise en

considération de l'humain à titre de partie intégrante, et de source de perturbation majeure, de l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent, est inhérente au concept de la démarche écosystémique.

4.2 La stratégie de recherche relative à la protection et à la restauration de l'habitat

Le Conseil avalise l'objectif suivant pour la protection et la restauration des habitats du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent :

Pour restaurer l'intégrité écologique du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent, nous protégerons et restaurerons les habitats, en particulier les milieux humides, qui revêtent une importance vitale pour la santé et la diversité des communautés de végétaux, de poissons et d'animaux, en insistant particulièrement sur les habitats des espèces menacées et en voie de disparition, ainsi que de celles qui relèvent de plus d'une juridiction.

Cet objectif sera atteint par l'élaboration et la mise en oeuvre d'un plan binational de réhabilitation de l'habitat, incluant un plan d'action binational pour la conservation des milieux humides des Grands Lacs. Les efforts actuels déployés par les Parties pour développer une base scientifique pour la prise de décisions en matière de gestion de l'habitat sont insuffisants.

Nous prions instamment la Commission de recommander que les Parties fournissent les ressources nécessaires pour entreprendre les recherches à l'appui de la stratégie en matière d'habitat du Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs et de la mise en oeuvre d'un plan d'action binational pour la conservation des milieux humides des bassins des Grands Lacs et du Saint-Laurent.

Dans son acception la plus large, l'habitat inclut les éléments physiques, chimiques, biologiques et socio-économiques de l'environnement d'une espèce. Du point de vue de l'intégrité écologique, cette définition très large englobe l'ensemble de ce qui est nécessaire à la vie d'un organisme individuel. Toutefois, du point de vue de la gestion des ressources, il est plus commode d'adopter une définition plus étroite de l'habitat, axée sur les substrats physiques et sur les communautés biologiques dont ils sont le support. Des initiatives de recherche spécifiques à l'appui des objectifs de gestion peuvent être appliqués aux habitats physiques, incluant les récifs rocheux utilisés par les poissons lors de la reproduction, les îles fréquentées par les oiseaux nichants, et les milieux humides permettant la vie d'une large gamme de végétaux et d'animaux. Nous emploierons ici la définition plus étroite



La présence d'organochlorés dans les oeufs des oiseaux des milieux humides des Grands Lacs

Les concentrations d'organochlorés (OC) dans les oeufs des carouges à épaulettes et des hirondelles bicolores varient d'un milieu humide à l'autre des Grands Lacs. Les concentrations de BPC étaient maximales dans le secteur préoccupant Massena-Cornwall. Les concentrations de DDE étaient maximales à Four Mile Creek près de la rivière Niagara et sont vraisemblablement attribuables à une pulvérisation intensive de DDT sur les vergers à l'intérieur du bassin hydro-graphique, à partir des stocks emmagasinés par le

passé. Les autres sites de surveillance incluaient Seven Sound, Cootes Paradise, Long Point et Holland Marsh.

Les concentrations d'OC mesurées dans les oisillons et les oeufs de l'hirondelle bicolore variaient considérablement d'un site à l'autre et pourraient constituer des bio-indicateurs utiles de la contamination des milieux humides. Les concentrations d'OC dans les oisillons sont vraisemblablement indicatrices d'une contamination locale.

axée sur l'intégrité de l'habitat physique, car d'autres sections de la présente stratégie portent sur les volets biologiques et chimiques de l'intégrité.

On trouvera ci-dessous une stratégie générique relative à la recherche sur l'habitat physique en un lieu choisi :

- sélectionner les habitats à étudier, en utilisant des critères de classement hiérarchiques pour reclasser les habitats vulnérables qui ont une importance vitale pur la restauration ou le maintien de l'intégrité de l'écosystème;
- constituer une base de données binationale commune relative à l'habitat dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent en utilisant des systèmes d'information géographiques afin d'inclure les fonctions des écosystèmes, leur importance et les agents stressants qui s'y exercent actuellement. Un produit serait l'étendue géographique des habitats ayant une importance vitale;
- élaborer et mettre en oeuvre un système d'évaluation et de classification uniforme des habitats, incluant des indicateurs pour le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent;
- définir les objectifs, sur la base d'une évaluation scientifique des valeurs biologiques et socioéconomiques, de la dépollution et de la protection de l'habitat (création, amélioration, restauration et réhabilitation);
- mettre au point et mettre à l'épreuve sur le terrain des techniques de création et de réhabilitation de l'habitat des milieux humides convenant au bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent, et évaluer leur efficacité, ainsi que leurs impacts et leurs bénéfices pour l'environnement;
- définir les besoins fonctionnels propres aux habitats des Grands Lacs et du Saint-Laurent, incluant la mise en route des recherches à long terme sur l'écologie des milieux humides côtiers des Grands Lacs et du Saint-Laurent en ce qui concerne l'influence de la fluctuation des niveaux des lacs;
- sélectionner certains habitats clés du littoral qui doivent être protégés et maintenus, ou convertis en un état

naturel afin de minimiser l'impact économique des fluctuations au niveau des eaux;

- élaborer et mettre en oeuvre un plan d'évaluation où l'on fasse appel à des indicateurs écosystémiques pour évaluer si les objectifs en matière d'habitat ont été atteints, et utiliser les résultats pour modifier les stratégies au besoin.

La stratégie générique est conçue pour être appliquée aux objectifs de gestion et reconnaît la nécessité de conjuguer les perspectives techniques, socio-économiques et politiques.

Les exemples des sites possibles pour la mise en oeuvre de cette stratégie incluent les suivants :

États-Unis

- Les milieux humides côtiers restants de Black Marsh à Maumee Bay, Ohio, sur le Lac Érié;
- Pickerel Creek, Sandusky (Ohio), sur le Lac Érié;
- Mentor Marsh, Mentor on the Lake (Ohio), sur le Lac Érié.

Canada

- Deuxième marais d'Oshawa (Ontario), sur le Lac Ontario;
- marais de l'embouchure de la rivière Grand (Ontario), sur le Lac Érié.
- port de Hamilton (Ontario), sur le Lac Ontario.

4.3 La stratégie de la recherche relative à la protection de la santé humaine et de la santé des autres espèces de l'écosystème

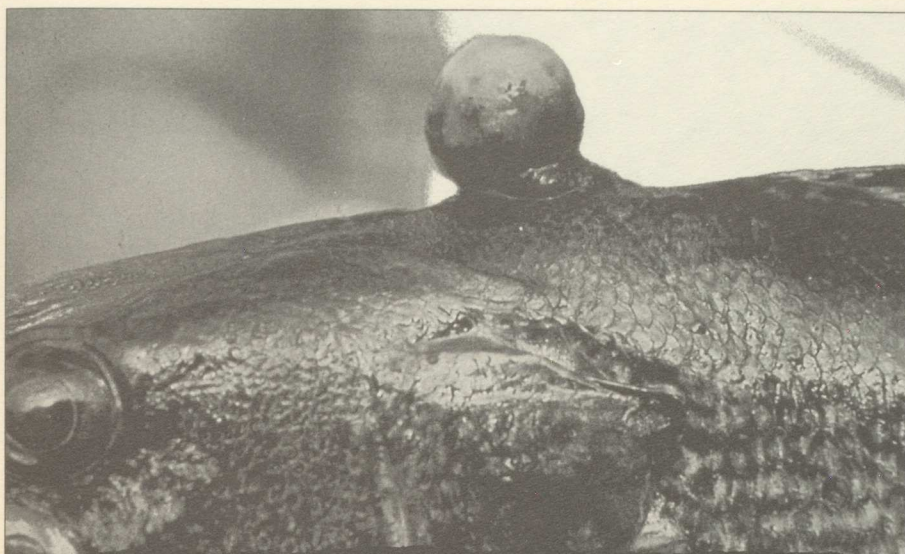
Compte tenu de la présence de substances toxiques persistantes et de leurs effets néfastes sur la santé humaine qui ont été démontrés, le Conseil avalise l'objectif suivant pour la protection de la santé humaine et la restauration et la préservation des populations des autres espèces du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent :

Pour préserver l'intégrité biologique, nous protégerons la santé humaine et rétablirons et maintiendrons des populations stables, diversifiées et auto-suffisantes de poissons et autres organismes aquatiques, d'animaux et de plantes au sein de l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent.

Dans les écosystèmes du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent, qui ont subi de nombreuses atteintes environnementales au cours des deux derniers siècles, la flore et la faune ont été substantiellement altérés et l'on y observe les signes d'une intégrité sérieusement menacée. Pour bon nombre d'organismes au niveau des gouvernements fédéral, des États et des municipalités, l'objectif de la restauration et de la préservation de la haute qualité de l'écosystème à son origine est rarement explicite.

La santé des espèces de l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent est menacée par une vaste gamme de substances toxiques persistantes, incluant les BPC, le DDT et ses métabolites, dieldrine, toxaphène, mirex, méthylmercure, benzo(a)pyrène, hexachlorobenzène, furanes, dioxines et plomb alkylé. Ces substances toxiques persistantes s'accumulent dans les organismes de la chaîne alimentaire, les espèces situées en partie supérieure de celle-ci figurant parmi les receveurs finals. Les études menées sur bon nombre d'espèces sauvages ont révélé que la santé de ces dernières a été compromise par les substances toxiques, ce qui a mené au déclin de certaines populations. Des recherches plus approfondies s'imposent pour permettre de comprendre les incidences de ce déclin sur l'intégrité de l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent et ce qu'elles pourraient laisser augurer pour la santé humaine.

Les recherches ont également montré que les effets sur le développement et la reproduction peuvent se manifester chez une vaste gamme d'espèces, incluant oiseaux, reptiles, poissons et mammifères exposés à des mélanges de contaminants dans le bassin des Grands Lacs. S'il existe une certaine différence sur le plan des types de comportements et d'exposition entre l'être humain et la faune, les résultats des recherches semblent indiquer que les études des



Les effets des effluents des usines de pâtes de papier sur le poisson

Les rejets des usines de pâtes dans les secteurs préoccupants sont depuis longtemps une source de problème pour les eaux réceptrices dans les Grands Lacs. Indépendamment de l'objectif ultime du «rejet nul», on se demande quelles substances dans les effluents de pâtes et papier devraient être réglementées de manière prioritaire pour protéger l'écosystème. Les recherches ont montré que, même après le traitement secondaire de certains effluents, on observe encore des effets biologiques chez les poissons des eaux réceptrices. Plus précisément, chez les poissons au

voisinage du point de rejet des effluents des usines de pâte, on peut observer une induction élevée de l'oxydase à fonction mixte (enzyme), une réduction des concentrations de stéroïdes et un changement de la taille des gonades et du foie. Les études ont montré que certains de ces changements s'observaient au voisinage des usines ne faisant pas appel au blanchiment au chlore. Des études sont en cours afin de déterminer exactement la cause des effets et les mesures à prendre pour éliminer le problème.

populations humaines devraient se concentrer sur ces effets faiblement perceptibles, plutôt que sur des indicateurs cliniques sommaires tel le cancer. Certaines populations, notamment les autochtones, les pêcheurs sportifs, les personnes âgées, de même que les foetus et les nourrissons dont la mère consomme du poisson contaminé, peuvent être exposées à un risque plus élevé de subir des effets nocifs à long terme résultant de l'exposition à ces contaminants.

Pour atteindre l'objectif de la protection de l'intégrité biologique, la principale stratégie s'appuiera sur le modèle de la prévention des effets néfastes pour la santé chez les différentes espèces de l'écosystème, incluant les populations humaines. Le modèle de la prévention est constitué de cinq volets interdépen-

dants : caractériser les différentes catégories d'effets néfastes pour la santé, évaluer les causes des effets néfastes caractérisés, lutter contre les causes, diffuser les informations relatives aux effets, à leurs causes et à la lutte contre ces causes, et élaborer une infrastructure pour le soutien de tous les volets de la prévention. Ces cinq volets sont constitués des étapes suivantes :

Caractérisation

- Définir le problème : Quelles sont les populations les plus exposées? Certaines espèces menacées d'extinction sont-elles touchées?
- Mener des évaluations de l'exposition de la santé humaine aux substances chimiques transportées par l'air et par l'eau, ainsi que de leurs impacts, incluant les phénomènes d'accumul-

ation dans la chaîne alimentaire.

- Recenser les données nécessaires pour l'élaboration d'un modèle analytique destiné aux scénarios de gestion, ainsi que pour le programme de contrôle et de surveillance.
- Caractériser les profils de morbidité et de mortalité.
- Rassembler les données pertinentes et nécessaires par l'intermédiaire des registres et des banques de tissus.
- Recueillir de nouvelles données au besoin.

Évaluation

- Élaborer un modèle analytique pour caractériser l'exposition. Formuler et mettre en oeuvre un plan d'évaluation destiné à surveiller et à évaluer si la santé des humains et l'intégrité de l'écosystème ont été protégées. Construire un modèle conceptuel qui identifie les variables importantes pour la santé humaine ou pour l'intégrité des espèces.
- Recenser les indicateurs et les biomarqueurs.
- Évaluer les facteurs causaux qui expliquent le profil observé de la morbidité ou de la mortalité.
- Concevoir un modèle analytique qui caractérise l'exposition.

Lutte

- Lutter contre les facteurs causaux qui expliquent le profil observé de la morbidité ou de la mortalité.

Diffusion

- Diffuser les informations sur la lutte contre le profil observé de morbidité/mortalité.

Mise sur pied de l'infrastructure

- Mise en oeuvre des mesures de gestion associées à l'urbanisation et au développement.
- Établissement de l'infrastructure nécessaire au soutien de la caractérisation, de l'évaluation, de la lutte et de la diffusion, les volets de la prévention des maladies.

Conformément à la démarche écosystémique, conjuguée à la stratégie de prévention des effets néfastes pour la santé, toutes les variables importantes doivent être considérées comme essentielles pour la compréhension

globale de la survie et de l'intégrité de toute espèce du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Si cette approche ne diffère pas en substance des concepts invoqués par le passé, elle privilégie cependant la prise en considération d'un ensemble de variables beaucoup plus vaste. Ainsi, l'environnement physique et chimique revêt la même importance pour l'intégrité des espèces et pour les interactions d'une espèce à l'autre.

Pour parvenir à une protection maximale de la santé humaine et de l'intégrité des espèces de l'écosystème, il est crucial de comprendre la série complète des variables pouvant être critiques pour une espèce ou un groupe d'espèces donné. On préconise un cadre de modélisation qui inclurait des modèles tant conceptuels qu'analytiques. Les modèles conceptuels ont pour objet de faire ressortir les variables importantes pour l'intégrité des espèces, ce qui permet de déterminer la nature de la base de données requise pour passer d'une approche de modélisation conceptuelle à une approche de modélisation analytique. Ce dernier type de modèle peut servir d'outil pour l'élaboration de scénarios de gestion et permettre la prévention des effets néfastes chez les espèces dont la santé est mise en péril.

À la base de l'objectif écologique général de la prévention des effets néfastes pour la santé dans l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent figurent quatre sous-objectifs se rapportant spécifiquement au maintien de l'intégrité des espèces : l'atteinte des niveaux de population et la diversité de la faune et de la flore aquatique désirée, la réduction de l'exposition des organismes et des êtres humains aux polluants nocifs et aux vecteurs de maladies, la prévention de l'introduction de nouvelles espèces non indigènes et l'atténuation des impacts de celles qui existent déjà et, enfin, l'amélioration du statut des espèces menacées d'extinction et menacées jusqu'à ce que l'on puisse les « rayer » de ces catégories.



Les effets des effluent des usines de pâtes et papier sur le goéland argenté

Les études connexes portant sur le goéland argenté ont produit des résultats similaires aux études effectuées sur le poisson. On effectue actuellement des recherches sur le succès de la reproduction des goélands argentés exposés aux effluents des usines de pâtes et papier. Dans l'ensemble des 38 nids de goélands argentés surveillés sur trois îles à Jackfish Bay, dans le Lac Supérieur, entre mai et juin 1991, aucun jeune n'a pris son envol. Les couples de goélands argentés d'un site témoin ont produit approximativement un jeune par nid. Les concentrations de dioxines et de furanes dans les oeufs de Jackfish Bay étaient relativement faibles, tandis que celles des autres organochlorés n'étaient pas significativement différentes des valeurs observées dans les autres colonies

de goélands argentés des Grands Lacs. Les essais biologiques effectués sur les extraits d'oeufs n'ont mis en évidence aucune concentration significative de composés inducteurs de l'EROD ou porphyrinogènes. Toutefois, sur les 99 nids surveillés en 1992, aucun jeune n'a pris son envol. Tous les oisillons sont morts avant le quatrième jour post-éclosion. Dans le cas des oeufs de Jackfish Bay qui ont été artificiellement incubés en laboratoire, aucune différence significative n'a été observée sur le plan de l'éclosion entre les oeufs de Jackfish Bay et les oeufs témoins. Des résultats analytiques seront bientôt disponibles et les études sur les relations causales se poursuivent.

Nous prions instamment la Commission de recommander que les Parties mettent en oeuvre l'objectif de la protection de l'intégrité biologique de l'écosystème en privilégiant les recherches visant à caractériser la nature et l'effet des effets néfastes pour la santé des substances toxiques dans l'écosystème du bassin des Grands

Lacs et du Saint-Laurent sur la faune, les poissons et les populations humaines vulnérables. Les résultats de ces recherches pourront servir de base aux stratégies d'intervention visant à protéger la santé humaine et l'intégrité des autres espèces de l'écosystème.

Les incidences sur la santé humaine de la consommation de poisson dans les Grands Lacs

Un programme de recherche de deux ans a été mis en route aux États-Unis afin de déterminer quelles pollutions humaines résidant dans le bassin des Grands Lacs pourraient être à risque en raison d'un contact avec des contaminants chimiques dans un ou plusieurs des Grands Lacs et de prévenir tout effet néfaste pour la santé. Pour atteindre cet objectif, une stratégie reposant sur les cinq volets additionnels de la prévention des maladies : caractérisation, évaluation, lutte, diffusion et infra-structures, a été mise en oeuvre.

Les objectifs de ce programme sont les suivants : (1) utiliser et amplifier les résultats des recherches passées et en cours, (2) rassembler les informations et élaborer les bases de données et les méthodologies de recherche qui procureront un bénéfice à long terme aux efforts de recherche sur la santé humaine dans

les Grands Lacs, (3) arrêter les orientations et la méthodologie des travaux de recherche futurs sur les effets sur la santé humaine, (4) fournir des informations en matière de santé au sujet de la recherche et aux professionnels médicaux concernés, (5) accroître la sensibilisation du public aux conséquences pour la santé des problèmes de la pollution par les substances toxiques dans les Grands Lacs.

Les recherches portent principalement sur les populations dont on a déterminé qu'elles sont exposées aux risques les plus élevés de subir des effets nocifs à long terme par l'exposition aux contaminants présents dans les poissons des Grands Lacs, notamment les autochtones, les pêcheurs sportifs, les individus à faible revenu vivant en milieu urbain, ainsi que les foetus et les nourrissons dont la mère consomme du poisson



contaminé des Grands Lacs. Collectivement, ces études permettront d'élargir nos connaissances sur les effets des contaminants des Grands Lacs sur la santé humaine, notamment au niveau de la reproduction et du développement, du comportement, de la neurologie, de l'endocrinologie et de l'immunologie.

4.4 La stratégie de la recherche pour l'activité socio-économique et l'intégrité de l'écosystème

Le Conseil avalise l'objectif suivant relatif à l'activité socio-économique et à l'intégrité de l'écosystème :

Pour protéger l'intégrité de l'écosystème des Grands Lacs et du Saint-Laurent, nous encouragerons l'établissement de liens entre la compréhension de la qualité de l'environnement et celle de l'activité économique.

La protection de l'intégrité de l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent passe par un changement d'attitude et de comporte-

ment de ses habitants. Le Conseil, dans son premier rapport à la Commission, a à maintes reprises souligné l'importance d'établir des liens entre la qualité de l'environnement et l'activité économique.

Pour mettre en route l'établissement de ces liens, le Conseil considère que les activités suivantes sont des étapes nécessaires vers la formulation d'une stratégie intégrant activité économique et santé de l'écosystème :

Politique

- Instaurer un dialogue entre la communauté scientifique et le public afin d'évaluer les priorités et les besoins en matière de recherche.
- Diffuser les résultats des recherches et les connaissances scientifiques dans le système d'éducation publique à tous les niveaux.
- Évaluer les politiques institutionnelles axées sur les questions visant à accélérer la gestion des activités humaines affectant l'intégrité de l'écosystème.

Éducation

- Mettre au point un mécanisme pour le recrutement et la formation des étudiants de deuxième et troisième cycles dans le domaine de la gestion des écosystèmes.

Information

- Encourager la mise au point d'indicateurs et de modèles écologiques/économiques utiles pour chaque question (p. ex., la disparition des milieux humides et la construction immobilière, ou encore la superficie du territoire asphalté et la productivité naturelle).
- Élaborer un cadre et un processus de comptabilisation des ressources naturelles qui soit adaptable aux besoins à différentes échelles géographiques.
- Évaluer les systèmes actuels de collecte des données et les modifier afin qu'ils fournissent des informations pertinentes aux preneurs de décision en ce qui concerne le développement durable.
- Déterminer un cadre et un processus

de développement durable relié au maintien et à la restauration de l'intégrité biologique, chimique et physique de l'écosystème des Grands Lacs et du Saint-Laurent.

Nous recommandons que les Parties tissent des liens entre la gestion environnementale, l'intégrité de l'écosystème et le développement économique, qui sont d'une importance vitale pour l'atteinte de l'objectif du développement durable.

4.5 Les liens entre les stratégies de recherche

Les recherches résultant des quatre éléments stratégiques décrits dans le présent chapitre doivent être mises en relation afin d'assurer une prise de décision éclairée en matière de gestion et de protection de l'intégrité de l'écosystème. Cela peut se faire par l'élaboration de modèles conceptuels et analytiques. Le modèle conceptuel a pour objet de révéler les variables importantes pour l'intégrité des espèces, lesquelles peuvent alors aider à déterminer la nature de la base de données requise pour les modèles analytiques. Le cadre décrit au chapitre 5 représente une approche pour l'élaboration de modèles conceptuels.



Éducation/aspects socio-économiques

Un aspect important du mandat du Conseil est de contribuer à la préparation de la nouvelle génération de chercheurs scientifiques travaillant sur les Grands Lacs. Un projet est déjà en cours sous forme de stage d'été organisé pour les enseignants des collèges. Il s'agit d'un programme de formation du niveau de premier cycle d'une durée de trois semaines où l'on fait la démonstration des techniques de résolution des problèmes environnementaux en utilisant les Grands Lacs à titre de laboratoire. Les participants se familiarisent avec les techniques d'analyse environnementale, de modélis-

ation et de résolution de problèmes les plus récentes. Ils doivent ensuite intégrer les connaissances qu'ils ont acquises dans les cours et les programmes de l'établissement où ils enseignent, afin de susciter un intérêt accru pour les Grands Lacs et inciter les étudiants à considérer avec enthousiasme une carrière en recherche dans ce domaine. Lors d'un stade précédent, 16 sur 18 participants ont élaboré des documents de travail nouveaux ou révisés basés sur leur expérience durant ce stage d'été.

Éducation/aspects socio-économiques

Une des préoccupations du Conseil est l'intégration des activités économiques et environnementales de manière à assurer simultanément un impact économique minimum et des bénéfices environnementaux maximum. Le mandat législatif d'atteindre l'élimination virtuelle des substances toxiques persistantes a le potentiel d'imposer des coûts appréciables aux industries du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent, parallèlement aux bénéfices environnementaux procurés. Les modalités précises par lesquelles on

parviendra à l'élimination virtuelle, c'est-à-dire les types d'instruments de nature réglementaire ou incitative utilisés et la manière dont ils sont appliqués, exerceront une influence majeure sur la position concurrentielle des industries, des communautés et, en bout de ligne, de la région des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Des recherches sont actuellement en cours pour : (1) achever une analyse conceptuelle de l'efficacité et des incidences en matière de coût des instruments réglementaires et des politiques

envisageables, en particulier les incitatifs économiques, (2) achever une étude de cas empirique des bénéfices, des coûts et des impacts économiques des instruments basés sur des politiques d'incitation pour la réduction de certaines substances toxiques persistantes choisies dans une industrie donnée, et (3) communiquer les résultats des recherches par l'intermédiaire des organismes établis et des canaux entre les différentes organisations.

5.0 *Élaboration d'un cadre pour la détermination des priorités pour la recherche*

5.1 Processus et cadre écosystémique pour la prise de décisions et la coordination de la recherche

Le présent chapitre décrit comment le Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs tente de mettre en oeuvre un cadre et un processus pour l'établissement des priorités en matière de recherche.

Les gestionnaires de la recherche doivent évaluer les informations existantes afin de mieux comprendre l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent, d'intégrer les informations scientifiques et les données économiques et de mettre sur pied des mécanismes plus efficaces pour faire parvenir ces informations aux preneurs de décision sous une forme compréhensible. Une approche systématique s'impose pour l'utilisation des connaissances interdisciplinaires à titre de fondement des recommandations de la Commission mixte internationale aux Parties à l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, à savoir les gouvernements des États-Unis et du Canada. Les lacunes importantes sur le plan des données, le cas échéant, doivent être recensées afin que la Commission puisse établir les priorités de la recherche, dans l'optique de la démarche écosystémique pour la gestion de la qualité de l'environnement du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent.

Les résultats cumulatifs des activités humaines continuent à avoir des impacts profonds et souvent néfastes sur l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Il est de plus en plus important pour tous les preneurs de décisions de considérer le bassin comme un écosystème au sein duquel toutes les activités humaines et écologiques sont interdépendantes. Ces

connexions tissent un réseau complexe d'interactions et rendent difficiles la définition et la gestion des problèmes. Pour le gestionnaire de la recherche dont le rôle est l'aide à la décision, cette situation exige d'accorder une plus large place à la planification et aux études interdisciplinaires, préventives et écosystémiques. Les méthodes d'une telle démarche incluent les exercices de politique, la modélisation et autres techniques interactives.

Le Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs a organisé deux ateliers et une table ronde (Commission mixte internationale, 1991 et 1992) afin de poursuivre l'élaboration d'un cadre pour la coordination des projets de recherche futurs en sciences naturelles et sociales dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. À cette occasion ont été formulées des recommandations relatives à la nécessité de tisser des liens entre les principaux domaines de recherche, c'est-à-dire entre les volets économique, social et écologique de l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Il ressort de ces rencontres que le premier impératif est l'existence d'un cadre ou processus pour aborder les questions critiques, et non pas celle d'un modèle unique et global. Par la coordination des efforts de recherche sur certaines questions choisies touchant les ressources ou la société, il est possible d'améliorer significativement le processus consistant à présenter des options d'intervention judicieuses sur le plan scientifique à la Commission et, par le fait même, aux Parties.

Si la démarche écosystémique exige la disponibilité d'une base d'informations diverses et souvent substantielles, il existe cependant de nouvelles méthodes de recherche qui se prêtent tout particulièrement à cette approche. Les gestionnaires de la recherche des Grands Lacs sont conscients de la nécessité de réunir les moyens d'étude traditionnels et nouveaux en une méthode globale d'évaluation systématique des options de recherche.

5.2 Exercice d'élaboration du cadre

Une approche adoptée pour répondre aux besoins susmentionnés et assurer un mécanisme permettant d'élaborer et d'évaluer les priorités de la recherche dans un contexte écosystémique est appelée l'«exercice d'élaboration du cadre». L'exercice d'élaboration du cadre est un système d'aide à la gestion qui intègre les outils d'information (c.-à-d. modèles, systèmes d'information géographique, bases de données, etc.) en un processus servant à la prise de décision et à la coordination de la recherche.

L'objectif de l'exercice de l'élaboration du cadre est d'établir un cadre et un processus pouvant être utilisés pour coordonner la recherche et établir les priorités en la matière sur la base d'une démarche écosystémique. Il s'agit de concevoir une représentation schématique de la manière dont une question sera examinée qui intègre diverses perspectives et désigne explicitement chaque domaine sur lequel portera l'exercice. Ce cadre est ensuite décomposé en éléments et un sous-ensemble est désigné pour fins de représentation dans l'exercice. On détermine ensuite la portée de la question et on choisit et on représente (p. ex., par un organigramme) le processus le plus approprié pour aller de l'avant en vertu du cadre.

L'exercice d'élaboration du cadre consiste pour l'essentiel à élaborer un scénario axé sur les options et les interventions possibles qui déterminent quelles sont les recherches nécessaires pour explorer et évaluer les différentes possibilités. Dans cet exercice, les intervenants, les preneurs de décisions et les experts travaillent de concert pour explorer les différentes possibilités en matière d'établissement des priorités de la recherche. Le noyau central de la procédure est un atelier où les participants élaborent des scénarios simulés et

font des projections à des fins d'exploration et de synthèse. Ces scénarios intègrent différentes perspectives techniques et institutionnelles relatives aux différentes solutions envisageables.

Par ce processus d'élaboration et d'interprétation de scénario, les participants prennent conscience des tendances, des événements et des impacts des options possibles au cours du temps. Ils apprennent également quels sont les liens entre les systèmes institutionnels, naturels et techniques des questions abordées. L'exercice aide les participants à préciser les buts communs, les secteurs d'intérêt spécial, les conflits possibles et les avantages des options choisies à la lumière de ces intérêts. Enfin, les participants réalisent les lacunes dans leurs connaissances collectives ainsi que les secteurs où des recherches plus approfondies pourraient améliorer les options.

Les objectifs de l'exercice de l'établissement des priorités sont réalisés dans ces produits. Outre le partage d'informations ciblées et la construction d'un modèle intégrateur, il ressort de cet exercice plusieurs produits concrets : les scénarios simulés et les projections, l'évaluation de la stratégie et la répartition des responsabilités, sur la base du cadre du processus, entre les divers établissements de la communauté des chercheurs scientifiques du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. De surcroît, deux rapports seront produits, l'un établissant les priorités pour certains sujets de recherche choisis et l'autre documentant l'utilité de l'exercice d'élaboration du cadre pour aborder un sujet complexe.

Pour illustrer l'exercice d'élaboration du cadre proposé par le Conseil, un sujet particulier sera choisi afin de servir d'exemple aux sujets futurs. Nous proposons de choisir l'écosystème du lac Érié pour cette étude de cas. Pourraient être également considérés pour cet exercice les sujets suivants :

- santé humaine;
- sédiments contaminés;
- changements climatiques;
- niveaux des eaux;
- milieux humides;
- élimination virtuelle;
- contamination des eaux souterraines;
- espèces non indigènes;
- qualité de l'air.

5.3 L'écosystème du lac Érié - Une étude de cas

Lors de sa 19^e réunion à Atlanta (Georgie), le Conseil a proposé de choisir les interactions entre les espèces non indigènes aquatiques et leur écosystème comme sujet de l'étude de cas pour l'application de l'exercice d'élaboration du cadre à l'échelle du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. L'écosystème du lac Érié est considéré comme un sous-ensemble de cette initiative.

L'écosystème du lac Érié a subi des changements considérables par suite de l'invasion de la dreissena polymorphe. Observée pour la première fois au milieu des années 1980 dans le lac St. Clair, la dreissena polymorphe n'est plus un problème particulier aux Grands Lacs. Transportés principalement par l'écoulement normal de l'eau et par le trafic des navires, ces organismes ont déjà colonisé les rivières Hudson, Ohio, Illinois, Tennessee, Susquehanna, Mississippi et Arkansas. La dreissena polymorphe se retrouve à présent dans 12 États ainsi que dans la province de l'Ontario.

Si l'invasion de la dreissena polymorphe et ses lourdes répercussions sur l'écosystème des Grands Lacs ont attiré l'attention sur la question, l'introduction des espèces non indigènes (exotiques) n'est pas un problème nouveau. Selon les estimations, 130 espèces non indigènes ont été introduites dans les Grands Lacs, la plupart depuis l'ouverture de la voie maritime du Saint-Laurent en 1959. Plusieurs de ces espèces, notamment la lamproie des mers, le gaspateau, l'éperlan, la carpe et l'achillée millefeuille, ont bouleversé les communautés de poissons et de végétaux des Grands Lacs.

La colonisation foudroyante du lac Érié par la dreissena polymorphe a altéré les voies d'échange de substances nutritives et d'énergie. Les effets sont particulièrement évidents dans le bassin ouest aux eaux peu profondes (profondeur moyenne de 7,5 mètres), en raison de l'abondance de la nourriture et d'un substrat approprié. Observées pour la

première fois dans le lac en 1988, les moules ont atteint une densité de 30 000/mètre carré en 1989, de 70 000/mètre carré en 1990 et de plus de 700 000/mètre carré en 1992 au niveau des prises d'eau dans le bassin ouest. À ces densités, les moules filtrent un volume d'eau 26 fois plus élevé que celui du bassin ouest chaque jour. Ce mouvement massif de l'eau et du plancton a le potentiel de perturber gravement le flux énergétique entre le plancton et les petits poissons. On a observé des répercussions spectaculaires sur l'écosystème, notamment une diminution de 80 % des populations de diatomées dans le bassin ouest, une baisse radicale des concentrations de chlorophylle à 1 microgramme/litre ou moins et une augmentation de 400 à 600 % de la transparence. Les effets conjugués de la raréfaction de la nourriture et de la mortalité directe font disparaître les organismes du microzooplancton tels les rotifères (diminution de 90 %) et les premiers stades larvaires des copépodes (diminution de 60 %). Les populations de cladocères et d'autres crustacés de plus grande taille ont également accusé un repli spectaculaire.

Les effets sur la chaîne alimentaire ont été démontrés chez les poissons. Chez les jeunes de l'année de la perchaude, on a observé un déclin des taux de croissance au cours de la période de quatre ans comprise entre 1988 et 1992. Si les stocks de doré jaune ont semblé non touchés jusqu'à 1991, les populations de perchaude ont décliné pour des raisons mal comprises. La dreissena polymorphe ne semble pas à l'heure actuelle avoir un effet sur les stocks de poisson adulte, mais les profonds bouleversements subis par les flux énergétiques, du fait du détournement par la dreissena polymorphe de l'énergie de la zone pélagique en faveur du benthos déclencheront sans doute une réaction différée.

C'est dans le bassin ouest du lac Érié, où les densités des moules sont maximales, que les effets sont les plus prononcés. Les densités plus faibles dans les bassins du centre et de l'est, conjuguées à un volume d'eau plus important, ont atténué l'impact. La disparition du rôle dominant de la dreissena polymorphe de l'ouest à l'est au profit d'un autre organisme envahisseur non indigène, la moule *Quagga*, pourrait avoir des effets tout aussi dévastateurs dans les parties

plus profondes du lac. Les moules *Quagga*, de plus grande taille, vivent en eau plus profonde que la dreissena polymorphe et n'ont pas besoin de substrat dur. En conséquence, elles peuvent survivre sur le substrat meuble d'une grande partie du bassin est plus profond.

L'écosystème du lac Érié est complexe et a subi les influences d'autres phénomènes apparus rapidement au cours de la dernière décennie, outre celui de la dreissena polymorphe et de la réduction des apports de phosphore. Les stocks de poisson fourrage ont fait l'objet d'une demande accrue du fait de la réapparition du prédateur principal, le doré jaune, tandis que d'autres stocks comme la perchaude, le baret et l'éperlan ont connu des fluctuations significatives au cours des dernières années.

Les recherches ont montré que la dreissena polymorphe commence à perturber le cycle des contaminants dans les Grands Lacs. Sa prodigieuse capacité de filtration et sa teneur élevée en lipides lui permettent d'accumuler les contaminants à un niveau approximativement dix fois supérieur à celui des palourdes indigènes. Cette charge en contaminants est alors transmise aux poissons qui les consomment, ainsi qu'aux petits organismes ressemblant aux crevettes appelés gammaridés, qui consomment les excréments, les pseudo-excréments de la dreissena polymorphe ainsi que l'organisme mort. Ces gammaridés sont par ailleurs consommés par un grand nombre de poissons et leur population a connu une forte croissance depuis l'invasion de la dreissena polymorphe.

Le lac Érié est la plus grande zone de pêche en eau douce au monde et cette ressource unique et précieuse est actuellement en péril en raison des bouleversements apportés dans l'écosystème par la dreissena polymorphe. Le lac St. Clair qui, du fait de sa plus petite taille, pourrait donner une indication des changements que connaîtra le lac Érié, risque de voir disparaître la pêche au doré jaune. Dans l'Ohio seulement, la pêche au doré jaune du lac Érié représente un secteur économique de plus de 500 millions de dollars par an et est à la base d'une industrie de port de plaisance dont les recettes brutes annuelles dépassent 500 millions de dollars. En outre, la pêche

commerciale dans le lac Érié génère suivant les évaluations 90 millions de dollars par année. En conséquence, il est aisé de conclure que le déclin de ce secteur aura des impacts binationaux très significatifs.

Nous pressons instamment la Commission mixte internationale de recommander à titre urgent que les Parties réunissent les groupes concernés afin de formuler un renvoi, conformément à l'article 7 de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, sur l'impact des espèces aquatiques non indigènes nuisibles dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent, portant initialement sur l'examen des incidences de la dreissena polymorphe sur l'écosystème du Lac Érié. (En réponse à un tel renvoi, la Commission mixte internationale travaillerait de préférence avec la Commission des pêcheries des Grands Lacs et ses collaborateurs).

Il pourrait être souhaitable que les études et le rapport subséquent déposés auprès des gouvernements après le «renvoi sur l'écosystème du lac Érié» soient entrepris conjointement par la Commission mixte internationale et par la Commission des pêcheries des Grands Lacs. Il serait souhaitable d'envisager une coopération des deux commissions, à titre d'activité initiale, sur un examen des recherches sur le lac Érié entrepris par le comité du lac Érié de la Commission des pêcheries des Grands Lacs.

Le renvoi devrait être axé sur la détermination des changements écologiques et de leurs impacts attribués à l'invasion des espèces non indigènes. Les changements au niveau des populations et des communautés seraient documentés et utilisés pour la prédiction des incidences futures. Il convient d'accorder une attention particulière à la compréhension du déplacement des flux d'énergie et de contaminants parallèlement au remplacement de segments fonctionnels entiers des écosystèmes.

Il est impératif d'entamer immédiatement l'élaboration de stratégies pour faire face aux bouleversements que l'on

prévoit pour les écosystèmes. On suggère qu'un tel renvoi s'effectue en trois phases, la première étant axée sur les incidences de la dreissena polymorphe sur l'écosystème du lac Érié ainsi que sur les impacts économiques subséquents.

Si les organismes concernés étaient immédiatement informés de la marche à suivre, il serait possible de préparer un rapport sur les impacts et des stratégies d'adaptation d'ici décembre 1994. Cette première phase serait complétée par une étude portant sur la baie Saginaw, région où des données écologiques ont également été collectées avant et pendant l'invasion de la dreissena polymorphe. Ces données pourraient fournir d'autres informations précieuses sur le détournement de l'énergie du système pélagique au système benthique.

La participation des organismes responsables des pêches pourrait être facilitée par la Commission des pêcheries des Grands Lacs et ses collaborateurs, ainsi que les nombreux organismes recueillant des données sur les niveaux trophiques inférieurs par le biais de la Commission mixte internationale.

Les efforts déployés durant la première phase portant sur le lac Érié et la baie Saginaw poseraient les bases scientifiques de la deuxième phase, axées sur les écosystèmes des autres lacs et cours d'eau où la dreissena polymorphe élargit actuellement son aire géographique et ses populations.

Une troisième phase pourrait porter sur d'autres espèces non indigènes, p. ex. le petit poisson appelé la grémille. La grémille a été observée pour la première fois en 1986 dans le port sur la rivière St-Louis du lac Supérieur à Duluth (Minnesota). Les recherches menées entre 1988 et 1991 ont montré un accroissement de la population de grémilles, qui est passée d'environ 100 000 à plus de deux millions. Au cours de cette période de trois ans, la population de poisson fourrage a subi une diminution d'un facteur de deux à trois et les populations de perchaudes et de dorés jaunes ont également enregistré un déclin spectaculaire. Le poisson est bien implanté dans la rivière St-Louis et se propage à d'autres cours d'eau du Wisconsin qui se déversent dans le lac Supérieur. Si la grémille devait envahir les lacs où la perchaude constitue la

principale ressource halieutique, les conséquences pourraient être dévastatrices.

Le renvoi recommandé devrait :

- Documenter les incidences sur l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent des espèces non indigènes ainsi que les changements résultant de ces invasions.
- Documenter les changements dans les principaux secteurs de pêche des Grands Lacs résultant de la modification des flux énergétiques.
- Élaborer des stratégies pour faire face aux changements.

6.0 Recommendations

1. Le Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs recommande que la communauté des chercheurs du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent privilégie davantage une approche globale pour la définition des priorités futures en matière de recherche pour le bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, en mettant en oeuvre des études multidisciplinaires intégrées à l'échelle binationale, conformément à la définition donnée dans la stratégie générale du Conseil en matière de protection de l'intégrité de l'écosystème. page 1
2. Nous recommandons que la Commission reconnaisse l'importance des réalisations en matière de communication et de prise de décision en poursuivant et en élargissant son soutien des efforts du Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs pour l'élaboration d'un cadre écosystémique d'aide à la décision. page 1
3. Nous recommandons que la communauté scientifique élabore des outils de communication et d'éducation permettant de décrire et de montrer les informations relatives aux écosystèmes en coopération avec les utilisateurs, incluant les gestionnaires des ressources, les dirigeants politiques, les groupes de citoyens et les représentants du secteur des affaires et de l'industrie. page 2
4. Nous recommandons que l'inventaire des recherches soit poursuivi et mis à jour périodiquement. page 3
5. Nous prions instamment la Commission de recommander que les Parties continuent à accorder la plus grande importance à la recherche, à la mise au point et à la mise en oeuvre d'initiatives de prévention de la pollution, notamment au chapitre des sources ponctuelles et de l'optimisation des procédés. page 3 & 30
6. Nous recommandons que la Commission continue à s'appuyer sur des critères scientifiques de qualité dans son évaluation des politiques et prions instamment la Commission de recommander que les Parties soutiennent des programmes de recherche à long terme afin de maintenir l'intensité des efforts déployés par les chercheurs. page 3
7. Nous recommandons que la communauté scientifique soutienne l'éducation scientifique générale afin d'encourager le recrutement, la formation et la création d'une nouvelle génération de chercheurs scientifiques, de développer la culture scientifique du public et de promouvoir auprès des citoyens une éthique de la prévention de la pollution et de la conservation. page 4
8. Nous recommandons que la Commission apporte son appui au Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs pour évaluer les exigences qu'entraînent le recrutement, la formation et la création d'une nouvelle génération de chercheurs scientifiques. page 4
9. Nous prions instamment la Commission de recommander que les Parties encouragent la collaboration et les partenariats interdisciplinaires au sein de la communauté scientifique afin d'étudier l'impact, la réduction et l'élimination des apports des sources diffuses mettant en péril l'intégrité de l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. page 30
10. Nous prions instamment la Commission de recommander que les Parties fournissent les ressources nécessaires pour entreprendre les recherches à l'appui de la stratégie en matière d'habitat du Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs et de la mise en oeuvre d'un plan d'action binational pour la conservation des milieux humides des bassins des Grands Lacs et du Saint-Laurent. page 31
11. Nous prions instamment la Commission de recommander que les Parties mettent en oeuvre l'objectif de la protection de l'intégrité biologique de l'écosystème en privilégiant les recherches visant à caractériser la nature et l'effet des effets néfastes pour la santé des substances toxiques dans l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent sur la faune, les poissons et les populations humaines vulnérables. Les résultats de ces recherches pourront servir de base aux stratégies d'intervention visant à protéger la santé humaine et l'intégrité des autres espèces de l'écosystème. page 34
12. Nous recommandons que les Parties tissent des liens entre la gestion environnementale, l'intégrité de l'écosystème et le développement économique, qui sont d'une importance vitale pour l'atteinte de l'objectif du développement durable. page 36
13. Nous pressons instamment la Commission mixte internationale de recommander à titre urgent que les Parties réunissent les groupes concernés afin de formuler un renvoi, conformément à l'article 7 de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, sur l'impact des espèces aquatiques non indigènes nuisibles dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent, portant initialement sur l'examen des incidences de la dreissena polymorphe sur l'écosystème du Lac Érié. (En réponse à un tel renvoi, la Commission mixte internationale travaillerait de préférence avec la Commission des pêcheries des Grands Lacs et ses collaborateurs). page 39

7.0 Bibliographie

De Gennaro, R. et G. Kripke. 1993. *Earth Budget, Making Our Tax Dollars Work for the Environment*. Friends of Earth, Washington, D.C.

Commission mixte internationale. 1976. *Great Lakes Water Quality Research Needs*.

Rapport à la Commission mixte internationale du Conseil consultatif de la recherche. Windsor, Ontario.

Commission mixte internationale. 1982. *1982 Annual Report: Great Lakes Research Review*.

Rapport à la Commission mixte internationale du Conseil consultatif scientifiques pour les eaux des Grands Lacs. Windsor, Ontario.

Commission mixte internationale. 1987. *Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, modifié par le Protocole signé le 18 novembre 1987*. Washington, D.C. et Ottawa, Ontario.

Commission mixte internationale. 1988. *Remedial Action Plan Research Needs. Rapport au Conseil consultatif scientifique pour les eaux des Grands Lacs* de C.B. Gray et D. Rathke. Windsor, Ontario.

Commission mixte internationale. 1989. *Living with the Lakes: Challenges and Opportunities*.

Rapport d'étape à la Commission mixte internationale de l'équipe de gestion de projet. Toronto, Ontario et Chicago, Illinois.

Commission mixte internationale. 1991a. *Great Lakes 2000: Building a Vision*.

Compte rendu de l'atelier du Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs sur l'avenir. Windsor, Ontario.

Commission mixte internationale. 1991b. *Persistent Toxic Substances: Virtually Eliminating Inputs to the Great Lakes*. Rapport d'étape à la Commission mixte internationale du Groupe de travail sur l'élimination virtuelle. Windsor, Ontario.

Commission mixte internationale. 1992a. *Inventaire de la recherche sur les Grands Lacs et le Saint-Laurent 1990-1991*.

Compilé par le Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs. Windsor, Ontario.

Commission mixte internationale. 1992b. *Élaboration d'un cadre pour un modèle écosystémique des Grands Lacs et du Saint-Laurent*.

Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs. Rapport de l'atelier des gestionnaires préparé pour la Commission mixte internationale. Windsor, Ontario.

Commission mixte internationale. 1993a. *Inventaire de la recherche sur les Grands Lacs et le Saint-Laurent 1991-1992*. Compilé par le Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs. Windsor, Ontario. (sous presse)

U.S. Policy Committee. 1992. *United States Great Lakes Research Strategy Protecting the Great Lakes*. Report by the U.S. Policy Committee for Implementation by the U.S. State et Federal Agencies.

Annexe I

Sommaire des effets de la pollution sur la santé en Europe de l'est

L'objet de la présente annexe est d'examiner les publications disponibles sur les incidences sur la santé de la détérioration environnementale en Europe de l'Est et dans la Communauté des états indépendants (CÉI), en particulier les informations susceptibles d'être pertinentes pour la situation régnant dans l'écosystème des Grands Lacs. Les médias ont largement décrit la pollution extrême et le mauvais état de santé des habitants de l'Europe de l'Est. Malheureusement, on ne dispose pas à l'heure actuelle d'une quantité suffisante d'informations scientifiques solides pour tirer des conclusions quant aux incidences sur la santé de la population exposée en Europe de l'Est applicables à la région des Grands Lacs. Il existe des lacunes significatives sur le plan des preuves tangibles et des informations anecdotiques pour l'évaluation des incidences sur la santé, et la quantité de données pertinentes ou exactes sur les niveaux d'exposition est limitée, en particulier pour les substances moins communes, comme par exemple bon nombre de celles figurant sur la liste des polluants critiques des Grands Lacs.

Questions relatives à l'information

La qualité et la disponibilité des données sur l'Europe de l'Est posent plusieurs défis. Le Bureau européen de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a dressé une liste des obstacles les plus importants à la surveillance et à l'évolution, notamment la disponibilité «dangereusement» limitée des données utiles, l'inexactitude des causes de décès enregistrés (les seules données «raisonnablement» exactes concernent le cancer), le nombre limité de régions et de substances faisant l'objet d'une couverture significative par des réseaux de surveillance et, enfin, les calculs de l'exposition basés sur des données relatives aux émissions qui sont elles-mêmes sans doute inexactes, ce qui mène ainsi à une «incertitude substantielle». En règle générale, les données relatives aux effets sur la santé sont enregistrées pour des régions géographiques très vastes et, par conséquent, ne reflètent pas l'exposition

aux contaminants en un lieu donné. Les données relatives aux effets sur la santé sont limitées par le fait que tout individu ne bénéficie pas de soins médicaux, que les diagnostics spécifiques sont rares et qu'il n'existe pas de système officiel de production des rapports. En outre, l'OMS estime que les taux d'incidence sont souvent «considérablement sous-estimés».

Parmi les autres obstacles figurent le caractère relativement récent du domaine de l'écotoxicologie, la difficulté de mettre en rapport les effets sur la santé et un polluant particulier lorsque le lien n'a pas été précédemment démontré, et le fait qu'un produit chimique puisse produire des effets uniquement en combinaison avec d'autres substances, ou encore simplement accroître le risque d'une maladie courante (Bureau régional pour l'Europe de l'OMS, 1989). À ces obstacles s'ajoutent les problèmes suivants : l'incertitude de la normalisation de la terminologie (Fischhoff, 1991), la difficulté de l'accès aux données collectées par les secteurs autres que celui des soins de santé (Orosz, 1990), l'insuffisance des interactions entre les organismes gouvernementaux responsables de l'environnement et de la santé publique (Hertzman, 1991) et les problèmes méthodologiques causés par les études sur la santé menées dans cette région (Hertzman, 1991). La relation entre pollution de l'environnement, santé psychologique et santé physique, si elle est difficile à quantifier, peut cependant être un facteur très important qui a pourtant bénéficié de peu d'attention (Hertzman, 1991). Enfin, du fait que l'on a négligé pendant si longtemps la recherche sur les effets de la contamination environnementale en Europe de l'Est, le nombre de chercheurs compétents et adéquatement équipés dans ce domaine y est très insuffisant.

La contamination de l'environnement en Europe de l'Est

Sous les régimes communistes de l'Europe de l'Est et de la CÉI, les informations sur l'état de l'environnement

étaient rarement rendues publiques et n'étaient en fait souvent jamais compilées. Toutefois, en dépit de la qualité souvent piètre des données, les nouveaux ministères de l'Environnement de la République fédérale Tchèque et Slovaque (RFTS), de la Pologne et de la CÉI ont rédigé des études exhaustives de la situation environnementale dans leurs pays respectifs.

Les documents publiés par ces pays font ressortir de graves problèmes environnementaux dans certaines régions, en particulier aux points de convergence des frontières de la RFTS, de la Pologne et de l'ex-Allemagne de l'Est. On a certaines indications d'impacts sur la santé inquiétants découlant de la négligence environnementale dans certaines régions, mais bien peu de données tangibles. L'influence la plus directe sur la santé humaine est exercée par la pollution généralisée de l'eau, ayant les causes suivantes : ruissellement agricole, effluents industriels contenant des métaux lourds et des contaminants organiques et insuffisance chronique des infrastructures de traitement des eaux usées; par la pollution atmosphérique, en particulier par le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote et les particules en suspension totale (PST), ainsi que les émissions toxiques dans certaines régions; par le traitement et la manipulation inappropriées des substances chimiques dangereuses et des déchets radioactifs; enfin, par la contamination du sol et des denrées alimentaires par les métaux et autres toxines.

L'atmosphère

Une grande partie de la pollution atmosphérique en Europe de l'Est est générée, directement ou indirectement, par l'extraction, la transformation et l'utilisation de l'énergie. L'Europe de l'Est, et notamment la Pologne, la RFTS et l'Allemagne de l'Est, est très dépendante du charbon, et en particulier du lignite brun. Le lignite est inefficace et possède une teneur élevée en soufre (Russell, 1990). Il doit être en grande partie extrait et brûlé

pour satisfaire aux exigences en matière d'énergie, produisant ainsi plus de SO_2 et de NO_x que les autres formes d'énergie. La combustion du carbone libère de l'arsenic (900 à 1 500 grammes/tonne) et diverses autres substances dans l'atmosphère (Cikrt, 1990). Peu de centrales thermiques alimentées au charbon sont équipées d'un dispositif de dépollution et, le cas échéant, celui-ci est inefficace et souvent défectueux (French, 1990).

Dans les huit états des Grands Lacs, les sources d'énergie les plus significatives par ordre d'importance sont le pétrole, le charbon et le gaz naturel. En Ontario, l'utilisation du pétrole, du gaz naturel et de l'énergie nucléaire est généralisée (Colborn et coll., 1991). Au Canada dans son ensemble, le charbon se classe au troisième rang, avant l'énergie nucléaire et hydro-électrique, au chapitre de la part du marché énergétique (Groupe de travail sur les indicateurs, 1991). Une proportion substantielle des émissions totales de polluants atmosphériques conventionnels produites par le Canada et les États-Unis ont leur origine dans la région des Grands Lacs. En 1985, les sources situées dans les huit États des Grands Lacs représentaient 41 % de toutes les émissions de SO_2 et 28 % de toutes les émissions de NO_x aux États-Unis (Colborn et coll., 1990). Les sources situées en Ontario étaient à l'origine de 38 % du SO_2 de 28 % des NO_x , de 20 % des particules, de 29 % du CO et de 30 % des hydrocarbures émis au Canada (Colborn et coll., 1990). L'ozone de la basse troposphère, les composés organiques volatils, les métaux tels le cadmium et l'arsenic ainsi que différentes substances toxiques émises, comme le benzène et le toluène, sont fortement préoccupants.

Les émissions des automobiles sont un grave problème en Europe de l'Est dans la CÉI. Bon nombre d'automobiles qui y circulent sont des modèles plus anciens équipés de moteurs à deux temps consommant un mélange d'huile et d'essence. La combustion de ce mélange libère davantage d'hydrocarbures, de particules et d'aldéhydes que celle des véhicules occidentaux (Walsh, 1990). L'utilisation continue d'essence au plomb de piètre qualité est préoccupante, en particulier dans les zones urbaines. À Budapest (Hongrie), les concentrations atmosphériques de plomb mesurées étaient égales à 30 fois

la normale (French, 1990). Si l'essence au plomb a fait l'objet d'une élimination graduelle dans les Grands Lacs, bon nombre d'autres substances, incluant hydrocarbures, alcanes, alcènes et composés aromatiques tels le benzène, le toluène et le xylène, sont libérés par la combustion de l'essence (Wixtrom et coll., 1992).

À l'échelle locale, les émissions toxiques de diverses industries peuvent nuire à la santé humaine, en particulier aux abords des fonderies, des centrales électriques et des usines chimiques. Parmi les contaminants atmosphériques présents à des concentrations pouvant être dangereuses figurent le monoxyde de carbone (CO), l'ammoniaque (NH_3), le fluor (F), le chlore (Cl), les hydrocarbures volatils, le phénol, l'acide sulfhydrique (H_2S), l'arsenic (As), le plomb (Pb), le formaldéhyde, l'ozone (O_3) et les hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAP) tels le benzo(a)pyrène [B(a)P] (Russell, 1990; French, 1990; Sroczynski et coll., 1986). La majorité de ces substances sont générées par divers procédés industriels ainsi que par la combustion de combustible (Russell, 1990).

L'eau

La contamination de l'eau est généralisée dans toute l'Europe de l'Est. D'après les estimations, 60 % des principales réserves d'eau en Hongrie sont contaminées; en Roumanie, 85 % de l'eau provenant des principales rivières n'est pas potable; enfin, un tiers des cours d'eau et 9 000 lacs d'Allemagne de l'Est sont «biologiquement morts» (Russell, 1990; French, 1990). Les eaux de surface et les eaux souterraines sont deux sources significatives de l'exposition humaine aux contaminants. Cette pollution peut être attribuée pour une grande partie à l'inadéquation complète des infrastructures de traitement des eaux usées. Les déchets industriels et urbains sont souvent rejetés dans les cours d'eau, soit complètement intraités, soit après un traitement minimal. La non-étanchéité des sites d'entreposage des déchets, le ruissellement des substances nutritives agricoles et des pesticides dans les eaux de surface et la percolation et la lixiviation dans les eaux souterraines aggravent encore la contamination. Les dépôts atmosphériques et les précipitations acides entraînent l'acidification des eaux de surface.

Parmi les contaminants les plus dangereux recensés figurent les nitrates, l'arsenic, le mercure et, dans la CÉI, la pollution bactérienne, les substances radioactives et les produits pétroliers.

On dispose de peu d'informations sur la situation des eaux souterraines dans les Grands Lacs. Toutefois, la contamination toxique des eaux souterraines par les sites de déchets dangereux et le transport des déchets toxiques des eaux souterraines jusqu'aux eaux de surface sont problématiques (Colborn et coll., 1990). Parmi les questions que pose la qualité des eaux de surface figurent les apports de substances nutritives et les contaminants toxiques, en particulier ceux qui figurent dans la liste des polluants critiques, à savoir biphényles polychlorés (BPC), mirex, hexachlorobenzène (HCB), dieldrine, DDT, dioxine, 2,3,7,8-TCDF, toxaphène, B(a)P, mercure et plomb alkylé (TCGLAE, 1991).

Les aliments

Le dépôt de polluants atmosphériques, les méthodes impropres d'élimination des déchets et les précipitations acides et toxiques ont eu pour conséquence la contamination du sol et la détérioration de la végétation et de la vie animale. La contamination du sol constitue un problème très grave, car les contaminants peuvent s'accumuler dans la végétation et le bétail. On considère que la consommation de ces aliments constitue une source significative d'exposition à certaines substances toxiques (TCGLAE, 1991). En Pologne, on estime que 20 % de tous les produits alimentaires sont jugés trop contaminés pour la consommation humaine (Kramer, 1985). Dans la baie de Gdansk, qui débouche sur la mer Baltique, on a détecté des concentrations élevées de mercure chez le hareng, la morue et les poissons plats (Pudlis, 1982). En RFTS et en Pologne, on a mis en évidence une contamination appréciable des disponibilités alimentaires, en particulier des cultures, par le cadmium, le plomb, le mercure, le nitrate et les nitrites (Krelowska-Kulas, 1991; Smigiel et coll., 1987; Marzec et Bulinski, 1990; Bilczuk et coll., 1991). Dans une étude, 68 % des légumes cultivés à proximité d'une fabrique de verre (émissions de plomb et de fluor) contenaient des concentrations de plomb supérieures à la norme polonaise (Zommer-Urbanska et coll., 1991). La

présence de composés organiques chlorés hydrophobes a été décelée chez les animaux d'élevage tels le boeuf, la volaille et le porc (Moldan et Schnorr, 1992).

Les BPC ont été décelés dans divers aliments dans cette région à des concentrations pouvant être dangereuses pour la santé humaine : foie de morue en conserve en Pologne (Falandysz et coll., 1992), légumes en Yougoslavie (Jan et Adamic, 1991) et poissons de la Baltique tels que saumon et hareng (Svensson et coll., 1991). Les poissons de la Baltique peuvent également constituer une source importante d'exposition aux PCFD, aux PCDD et aux naphthalènes polychlorés (Svensson et coll., 1991). En RFTS, la contamination des aliments par les substances organiques toxiques telles que le BAP, les BPC et le HCB, ainsi que par les métaux lourds, notamment cadmium, plomb, mercure et arsenic, a été signalée (Moldan et Schnoor, 1992). Toutefois, les niveaux d'exposition et les incidences sur la santé restent à élucider. Dans les Grands Lacs, des avertissements de risque pour la santé ont été émis pour plusieurs espèces de poissons en raison de l'accumulation de ces substances dans leurs tissus adipeux (TCGLAE, 1991).

Les liens de causalité

Les informations dont on dispose sur la dégradation de l'environnement et de la santé en Europe de l'Est sont pour l'essentiel de nature anecdotique. Par conséquent, il est impératif d'entreprendre les études appropriées. Les recherches sur les questions environnementales reliées à la santé en Europe de l'est ont été principalement axées sur les polluants atmosphériques (en particulier SO_2 , NO_x et PST) et, dans une moindre mesure, sur les métaux lourds (en particulier le plomb et le cadmium). En comparaison, les recherches portant sur les Grands Lacs ont commencé à explorer les ramifications de l'exposition à long terme à de faibles concentrations de toxiques, en particulier ceux inscrits dans la liste des polluants critiques. Certains de nos sujets de préoccupation les plus graves concernant les impacts faiblement perceptibles et intergénérationnels des toxines et, si ces questions préoccupent également les chercheurs d'Europe de l'Est, seuls les problèmes de santé évidents ont été examinés.

Il est extrêmement difficile, même dans les meilleures conditions, de faire la démonstration d'un lien entre un contaminant en particulier et un problème de santé donné. Particulièrement en Europe de l'Est, les facteurs socioéconomiques rendent l'étude encore plus complexe. Dans la majorité des pays d'Europe de l'Est, on enregistre un taux plus élevé de consommation de tabac et d'alcool et une teneur plus élevée en graisses dans l'alimentation de leurs habitants que dans le bassin des Grands Lacs (Hertzman, 1991). Du fait de l'absence de fonds et de l'insuffisance des études sur la santé et l'environnement, il est très difficile de mettre en évidence les effets qu'a eu la pollution extrême sur la santé des habitants de cette région, mais il ne fait aucun doute que la santé des Européens de l'Est est significativement moins satisfaisante que celle des habitants du bassin des Grands Lacs. Dans tous les pays d'Europe de l'Est, à l'exception de l'Allemagne de l'Est, l'espérance de vie a diminué du milieu des années 1970 au milieu des années 1980. Toutefois, le tabagisme est une variable confusionnelle significative (Borsonyi, 1990; Cikrt, 1990; Rudnai, 1991), ce qui rend difficile de déterminer dans quelle mesure la santé des habitants d'Europe de l'Est est influencée par la pollution environnementale ou par les habitudes de vie.

Les taux d'incidence régionaux d'une maladie donnée constituent des indicateurs utiles (CGLRM, 1991); toutefois, dans le cas de l'Europe de l'Est, les taux ne sont en général disponibles que pour de vastes régions géographiques. Ces chiffres généraux ne fournissent pas une représentation fidèle de la situation dans les régions hautement contaminées, où les taux d'incidence d'une maladie donnée peuvent être très élevés sans toutefois être reflétés dans les données d'ensemble. Quelques études régionales et sous-régionales ont été réalisées et font ressortir une relation entre certaines maladies et l'exposition environnementale. Toutefois, on ne dispose pas de représentation d'ensemble fiable de l'impact sur la santé de la pollution en Europe de l'Est dans la CÉI.

Les substances toxiques

L'exposition aux substances suivantes semble avoir des effets sur la santé :

Nitrates/Nitrites

En Slovaquie (RFTS), 2 255 cas de méthémoglobinémie attribuables à la contamination par les nitrates des sources d'eau ont été rapportés entre 1971 et 1985 (Hertzman, 1991). La méthémoglobinémie apparaît lorsque les nitrates sont réduits en nitrites. Sous l'action des nitrites, l'hémoglobine présente dans le sang se transforme en méthémoglobine, une molécule incapable de fournir de l'oxygène aux tissus. On étudie actuellement d'autres effets sur la santé susceptibles d'être reliés à l'exposition à long terme, incluant le cancer de l'estomac, les malformations congénitales, les maladies cardiovasculaires et les effets sur la glande thyroïde. Par ailleurs, les effets synergiques des concentrations élevées de nitrates et de pesticides peuvent avoir d'autres effets sur la santé (Benes et coll., 1989). L'exposition aux nitrates des engrais a été associée à la naissance prématurée et à certains «troubles psychologiques» dans la CÉI (Friendly et Feshbach, 1992). La norme canadienne pour les nitrates est de 10 mg/L (Gilham, 1990); si l'augmentation des teneurs en nitrites/nitrates dans les Grands Lacs est préoccupante, les valeurs varient d'approximativement 100 à 375 g/L et ne sont pas jugées dangereuses pour la santé humaine (Colborn et coll., 1990). Il semblerait que les concentrations de nitrates dans les eaux souterraines puissent excéder les normes dans la région des Grands Lacs, et en particulier dans les zones d'agriculture intensive. Dans les échantillons prélevés dans le bassin hydrographique du ruisseau Hillman, sur les rives du lac Érié, et dans l'aquifère Alliston, au nord de Toronto, on a mesuré des concentrations de nitrates pouvant atteindre dix fois la norme canadienne. Cependant, aucune analyse exhaustive des eaux souterraines n'a été réalisée. Dans le bassin de l'Elbe (RFTS), où l'exploitation agricole est intensive, on a enregistré des teneurs en nitrates de 20 à 150 mg/L dans les cours d'eau et de 1 à 300 mg/L dans les eaux souterraines (Moldan et Schnoor, 1992).

Les métaux lourds

La contamination par l'arsenic est un problème grave, notamment en Hongrie. Selon les estimations, 400 000 Hongrois sont exposés à l'arsenic dans l'eau potable. Certaines études des effets sur la

santé de cette exposition ont été effectuées (Borzsonyi et coll., 1992). Parmi les effets possibles observés figurait une augmentation statistiquement significative des avortements spontanés et des mortinaissances. Quelque 270 000 personnes sont exposées à l'arsenic à des concentrations deux fois plus élevées que le niveau admissible de 0,05 mg/L (Hertzman, 1991), les concentrations d'exposition maximale pouvant dépasser 0,1 mg/L (Csanady et coll., 1985). Chez les individus exposés aux concentrations les plus élevées, on a mis en évidence des cas de mélanoses et de kératoses d'origine arsenicale, de coliques intestinales, de mortalités d'origine cardiaque accrues, d'avortements spontanés et de mortinaissances (Hertzman, 1991). En comparaison, les concentrations résiduelles d'arsenic dans l'eau mesurées en 1986 en Ontario atteignaient 0,003 g/L (TCGLAE, 1991).

L'exposition au plomb par le sol, l'eau, l'air et les aliments est relativement bien documentée. Les concentrations atmosphériques de plomb en Europe de l'Est peuvent varier de 0,5 à 2,6 µg/m³ dans les «points chauds». Les concentrations de plomb dans le sol des régions contaminées se situent d'ordinaire entre 200 et 500 ppm mais, à certains endroits, peuvent être beaucoup plus élevées. Dans le nord de la Bohême, l'apport de plomb fourni par les sources alimentaires peut atteindre 0,46 mg par jour pour une personne de 60 kg (Moldan, 1990). Diverses autres études font état d'un apport de plomb significatif par l'alimentation (Kucharski et coll., 1989; Zommer-Urbadamianska et coll., 1991; Zalewski et coll., 1989; Chorazy et coll., 1987). Dans les points chauds canadiens, la concentration atmosphérique de plomb peut varier de 0,4 à 1,0 µg/m³. À proximité de South Riverdale (Ontario) (au voisinage d'une fonderie de deuxième fusion), on a mesuré une concentration de plomb dans le sol de 641 ppm. L'apport alimentaire de plomb équivalent au Canada serait de 0,066 à 0,126 mg/j (TCGLAE, 1991). Chez les enfants d'Europe de l'Est, les concentrations sanguines de plomb, pour ceux vivant dans les points chauds, varient de 15 g/dL à 40 g/dL (Hertzman, 1991). Cependant, une étude sur les concentrations de plomb chez les enfants vivant dans le nord de la Bohême (RFTS) a mis en évidence des niveaux sanguins compris entre 300 et 450 g/dL. Il s'agit

d'un chiffre trois fois supérieur à la concentration jugée neurotoxique selon les normes américaines (Moldan et Schnoor, 1992). Ce chiffre se compare à ceux de Vancouver, où il n'existe pratiquement aucune source ponctuelle de plomb et où la valeur moyenne est de 5,3 g/dL chez les enfants de deux à trois ans (Hertzman, 1991). Le plomb, même à faible concentration, peut occasionner plusieurs problèmes de santé, en particulier chez l'enfant. Ces problèmes incluent l'apparition de lésions rénales, l'interférence avec l'hématopoïèse, les lésions du système nerveux central, l'affaiblissement intellectuel, voire la mort (Nadakavukaren, 1990). Une étude portant sur les enfants de Katowice (Pologne) a déterminé qu'il existait une différence de 13 points sur le plan du QI entre les enfants présentant les concentrations maximales et minimales de plomb dans leur sang. De surcroît, deux tiers des enfants étaient anémiques, un tiers souffraient de problèmes du tube digestif chroniques, plus des trois quarts avaient des électro-encéphalogrammes anormaux et pratiquement tous présentaient des anomalies chromosomiques (Hertzman, 1991). Une autre étude portant sur les enfants de Miasteczko Slaskie (Pologne) a trouvé chez un cinquième de ces derniers des concentrations sanguines de cadmium et de plomb supérieures à 35 g/dL. À partir de cette étude, une «corrélation significative» entre les concentrations sanguines de plomb et le développement intellectuel a été établie (Norska-Borowka, 1990; Hertzman, 1991).

L'exposition au cadmium a été documentée pour diverses sources (Moldan, 1990; Waters, 1990). L'apport alimentaire pour une personne de 60 kg dans le nord de la Bohême (RFTS) approcherait 0,56 mg/j, par rapport à 0,042 à 0,066 mg/j au Canada. Une étude réalisée à Prague a mis en évidence des teneurs élevées en cadmium dans le lait maternel (Waters, 1990). L'exposition au cadmium peut provoquer lésions rénales, emphysème et artériosclérose chez l'adulte (Nadakavukaren, 1990); toutefois, il existe peu d'indications de l'effet de l'exposition chronique à cette substance. Une augmentation des taux d'incidence des malformations congénitales, ainsi que des maladies hématologiques et dermatologiques chez les enfants de moins de quatre ans a été reliée à l'exposition au plomb, au cadmium et au zinc dans l'atmosphère

(Norska-Borowka, 1990). Une étude aux répercussions peut-être plus significatives a mis en relation l'exposition à long terme à des concentrations microtoxiques de plomb et de cadmium et l'apparition d'aberrations chromosomiques et l'«altération» de la spermatogénèse chez l'homme. L'étude rapportait une interférence du cadmium avec le développement foetal et un risque accru d'avortement spontané; toutefois, aucun détail sur la méthodologie de cette étude n'a été fourni (Norska-Borowka, 1990).

L'Académie des sciences de Pologne a publié en 1985 un rapport établissant une relation entre une «augmentation alarmante» du nombre d'enfants handicapés mentaux en Haute-Silésie et les concentrations élevées de métaux, en particulier de plomb (Collit, 1984; Rich, 1985). Les échantillons de sols prélevés dans les jardins de la région présentaient des concentrations de plomb, de zinc, de cadmium et de mercure 30 à 70 % plus élevées que les normes de l'OMS pour les sols servant aux cultures vivrières (Pudlis, 1982). La contamination par le mercure de l'eau potable est également problématique dans certaines régions. À Krasnik Lubelski, l'eau des puits locaux contient du mercure à des concentrations de 6 à 26 fois plus élevées que la norme de 1 mg/L (Pudlis, 1982). Il s'agit d'une norme élevée par rapport à l'objectif pour le mercure de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs de 0,2 g/L (TCGLAE, 1991). On retrouve chez les habitants de cette région des taux élevés de maladies mentales et de cancers qui pourraient être corrélés à cette exposition (Pudlis, 1982).

Les BPC

En RFTS, les études ont montré qu'un quart des femmes présentent des concentrations de BPC dans leur lait maternel supérieures à la limite acceptable de 2 500 ng/g de matières grasses du lait (Hruba et coll., 1988), les valeurs pouvant atteindre 3 mg/kg (Moldan et Schnoor, 1992). Au Canada, les valeurs moyennes des concentrations de BPC étaient de 697 ng/g de matières grasses du lait en 1982 (TCGLAE, 1991). Des études initiales dans les Grands Lacs ont établi un lien entre les BPC et les problèmes de développement chez l'enfant (TCGLAE, 1991), mais les connaissances sur les effets sur la santé d'une telle exposition sont très limitées.

DDT/Dioxines

La contamination par les dioxines des aliments et du sol a été rapportée (Friendly et Feshbach, 1992). Près d'un tiers des échantillons de sol prélevés en Azerbaïdjan en 1989 contenaient des concentrations élevées de dioxine et un quart des échantillons de végétation présentaient des «traces» de ces composés (Friendly et Feshbach, 1992). La présence de résidus de DDT a été détectée sur 24,7 millions d'acres de terres cultivées dans la CÉI à des concentrations supérieures au maximum admissible de 0,1 mg/kg de terre. Dans les républiques d'Azerbaïdjan, d'Arménie, de Moldovie et d'Uzbekistan de la CÉI, les valeurs variaient de 2 à 8 fois la limite admissible (Wolfson, 1990). En dépit du fait que le DDT a été officiellement frappé d'interdiction par le ministère de la Santé, il a été largement utilisé dans diverses régions de la CÉI, incluant le Kazakhstan et la Turkménie, jusqu'à au moins 1988 (Friendly et Feshbach, 1992; Wolfson, 1990). À Kemerovo, en Sibérie, au cours des années 1980, les résidants ont été exposés à des pulvérisations aériennes de DDT. En 1987, on a observé chez les poissons des eaux de surface de la région des teneurs en DDT variant de 0,09 à 4,24 % en poids (Friendly et Feshbach, 1992). Des «augmentations significatives» des taux d'incidence de maladies cardiovasculaires, du diabète, des tumeurs et des allergies ont été observées dans la population exposée (Friendly et Feshbach, 1992). Une comparaison de l'incidence des maladies dans deux exploitations agricoles où les travailleurs ont été exposés au DDT entre 1970 et 1988 a déterminé que, chez les enfants de moins de six ans, les dermatoses et les maladies d'ordre «nutritionnel et métabolique» étaient plus répandues que dans les exploitations agricoles «moins» polluées (Friendly et Feshbach, 1992).

Le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote et les PST

Le lien de causalité les plus indiscutable a été démontré entre l'exposition aux polluants atmosphériques tels que le SO_2 , les NO_x et les PST et les effets sur les systèmes respiratoire et cardiovasculaire. En Europe de l'Est, les teneurs ambiantes moyennes de SO_2 et de PST varient respectivement de 0,4 à 636 g/m³. Les expositions à court terme dans des régions telles que Katowice

(Pologne) et le nord de la Bohême (RFTS) peuvent être beaucoup plus élevées que ces valeurs. Les expositions de cet ordre ont été reliées à des taux d'incidence élevés des bronchites chroniques, de l'asthme, des affections respiratoires aiguës, de l'eczéma, des allergies et des conjonctivites ((Hertzman, 1991; Cikrt, 1990; Liroff, 1990; Rudnai, 1990; Adveenko et coll., 1990; Martinovic et coll., 1990; Torbus et Kalacinski, 1989; Wojtyniak et Wysocki, 1989; Kucerova et coll., 1990; Rudnai, 1990). À Leuna (Allemagne de l'Est), les valeurs moyennes de SO_2 varient de 300 à 400 g/m³, mais peuvent atteindre trois à quatre fois ce niveau. Près des deux tiers de la population souffrent d'affections respiratoires et on enregistre des taux élevés de bronchites chroniques et de conjonctivites chez les enfants ((Charles, 1990; Liroff, 1990). Par la technique de spirométrie, on a mesuré le développement respiratoire chez un groupe d'enfants de Dimitrovgrad (Bulgarie) exposés à des concentrations élevées de poussières, de dioxyde de soufre, de sulfure d'hydrogène, de plomb et de fluorure d'hydrogène. À l'âge de 14 ans, la différence sur le plan de la capacité pulmonaire entre le groupe exposé et le groupe témoin était de 800 mL, ce qui est considéré comme une différence importante (Hertzman, 1991). Conjugée à la consommation de tabac et à l'exposition en milieu de travail, l'exposition à la pollution atmosphérique accroît le risque de cancer du poumon ((Zemilianaya et coll., 1990; Jedrychowski et coll., 1990). Au Canada, les expositions au SO_2 et au PST varient en général respectivement de 0,2 à 45 g/m³ et de 17,0 - 100 g/m³.

Les HAP

Le B(a)P est l'un des rares HAP pour lequel les niveaux d'exposition sont documentés en Europe de l'Est. Dans le bassin du fleuve Oural, près de Chelyabinsk dans la CÉI, on a mis en relation l'exposition aux HAP et le taux des cancers de l'oesophage (Belyakova et coll., 1988). L'essai de mutagénicité d'Ames et l'analyse des échantillons d'urine des enfants de Haute-Silésie (Pologne) ont mis en évidence une proportion accrue d'échantillons mutagènes chez les enfants exposés à de très hautes concentrations de B(a)P (100 à 228 (100 à 228 ng/m³). Une corrélation a été établie entre l'accroissement des taux de mortalité imputables aux maladies

cardiovasculaires et du tube digestif ainsi qu'au cancer dans les zones urbaines et les teneurs élevées de BAP dans les aliments, les effluents industriels et l'atmosphère ((Hertzman, 1991). Les concentrations atmosphériques de B(a)P dans la région des Grands Lacs étaient égales à 0,61 ng/m³ à Windsor (1987-1988) et à 0,3 ng/m³ à Toronto (1984-1986) (Hilborn et Still, 1990). Au Canada, les teneurs maximales (9 à 15 ng/m³) se retrouvent à proximité des sources ponctuelles telles les fours à coke et les fonderies d'aluminium (Hilborn et Still, 1990).

Les effets sur la santé

L'accroissement des taux d'incidence de certaines maladies, notamment la tuberculose, la pneumoconiose, la bronchite et les problèmes de développement chez l'enfant, a été associé à la contamination générale de l'environnement dans les régions telles le nord de la Bohême (RFTS) et la Haute-Silésie (Pologne) (Rostowski, 1984). Une étude comparative du développement des enfants de Dimitrovgrad (Bulgarie) a été entreprise. Les comparaisons ont montré que 18 % seulement des enfants de Dimitrovgrad appartenaient à la catégorie ayant un «développement normal», par rapport à 72 % dans le groupe témoin ((Hertzman, 1991). Dans le nord de la Bohême (RFTS), on a démontré les incidences sur la santé suivantes : retard de la maturation osseuse chez près d'un tiers des enfants (Hertzman, 1991); taux de malformations congénitales deux fois plus élevés que la valeur théorique, qui ont commencé à augmenter parallèlement à la pollution atmosphérique dans les années 1970 ((Hertzman, 1991); baisse de la résistance chez les enfants exposés aux polluants atmosphériques incluant NO_x , triméthylamines, phénylchlorisilanes et traces de cyanure (Wagner et coll., 1990); taux d'incidence plus élevés de mortalité infantile, de faible poids à la naissance, de maladies chroniques des reins et du tractus urinaire, des maladies des voies respiratoires et des poumons non spécifiques, des allergies, des maladies mentales, des dermatoses et des troubles endocriniens chez les enfants ((Hertzman, 1991). Une fréquence accrue des anomalies chromosomiques structurales chez les résidents de Semic (Yougoslavie) pourrait être reliée à la manipulation impropre des produits chimiques industriels dans la région

(Tretjak et coll., 1990). En Haute-Silésie, l'incidence des maladies circulatoires, des cancers et des troubles respiratoires est plus élevée que dans le reste de la Pologne (Kabala, 1985). La fréquence des complications durant la grossesse peut atteindre 45 % dans cette région (Sobelman, 1989).

Certaines maladies ont été mises en relation avec une industrie en particulier. L'industrie chimique très développée à Ventspils (Lettonie) a été associée à des taux extrêmement élevés d'infertilité (50 %) et de malformations congénitales (40 %) (Swift, 1990). En Ontario, entre 1980 et 1989, le taux d'incidence de toutes les malformations n'était que légèrement supérieur à 5 % (Johnson, 1992). À Razlog (Bulgarie), un accroissement significatif de la morbidité attribuable à l'asthme et à la conjonctivite a suivi l'ouverture d'une usine de pâtes et papier. L'émission de chlore gazeux par une usine chimique a été associée à l'apparition de troubles cutanés, oculaires et pulmonaires qui touchent quelque 70 % des enfants de la région (Graff, 1992). La présence de fonderies d'aluminium a été mise en relation avec les taux d'incidence élevés du rachitisme chez l'enfant et du cancer de la vessie (Hertzman, 1991; Friendly et Feshbach, 1992). Les individus exposés à de fortes concentrations d'émissions de chlorure d'hydrogène sont décédés des suites de maladies cardiovasculaires 7,5 années plus tôt (Friendly et Feshbach, 1992). Dans la CÉI, on a établi une corrélation entre l'usage intensif des pesticides dans les régions agricoles et les affections suivantes : maladies infectieuses gastriques et intestinales, «perturbation» du développement foetal, hépatites, troubles de la vésicule biliaire et du pancréas, arriération mentale, «maladies du sang», anémie, tuberculose et infections aiguës des voies respiratoires (Khublarian, 1989; Friendly et Feshbach, 1992). Dans les régions de la CÉI où l'eau souterraine est contaminée, on a observé des taux d'incidence plus élevés des maladies transmises par l'eau telles que diarrhée, paratyphoïde, hépatite virale et dysenterie (Khublarian, 1989).

La mortalité

Dans les pays d'Europe de l'Est et de la CÉI, l'espérance de vie est plus courte que dans les nations occidentales comme le Canada et les États-Unis. Une

théorie expliquant cette différence sur le plan de l'espérance de vie entre l'est et l'ouest est que l'exposition à un milieu contaminé par le sol, l'eau, l'air et les aliments est en partie responsable de la morbidité imputable à l'asthme, l'intoxication par le plomb, les maladies respiratoires, certains cancers, malformations congénitales et maladies cardiovasculaires. De surcroît, la sensation psychologique de bien-être est minée par la vie dans des conditions contaminées, ce qui rend les individus moins attentifs ou moins sensibles aux modifications du mode de vie susceptibles d'améliorer la santé à long terme (Hertzman, 1991; B rs nyi, 1990). Toutefois, la qualité des soins de santé, le régime alimentaire et les paramètres socio-économiques sont autant de facteurs significatifs qui doivent également être pris en compte (Eberstadt, 1989; Hertzman, 1991).

Au niveau régional, Katowice, Lodz et Walbrzysk en Pologne et le nord de la Bohême en RFTS présentent des taux de mortalité chez la femme et l'homme adultes plus élevés qui pourraient être attribuables à des niveaux élevés de pollution atmosphérique. Une comparaison des causes de la mortalité des adultes dans les districts miniers et non miniers du nord de la Bohême a montré que la mortalité attribuable au cancer était à l'origine de la différence entre les régions. Les taux d'incidence du cancer du poumon, du côlon et de l'estomac étaient plus élevés dans les districts contaminés (Hertzman, 1991).

Les taux de mortalité infantile sont significativement plus élevés en Europe de l'Est, en particulier dans les régions fortement polluées comme le nord de la Bohême (RFTS). Une étude s'est penchée sur la relation entre la mortalité infantile et les facteurs sociaux, ainsi que les concentrations de SO_2 , de PST et de NO_x en République Tchèque. Les résultats semblent indiquer que jusqu'à 15 % de la mortalité infantile et la moitié de la mortalité post-néonatale d'origine respiratoire peuvent être reliés au niveau de pollution atmosphérique (Bobak, 1991).

Conclusions

Les conséquences de la négligence environnementale en Europe de l'Est sont importantes à plusieurs égards. Non seulement à cause des informations sur les impacts sur la santé de

l'exposition à certaines substances qui peuvent être dérivées des expériences de cette région, mais également sur une base directe, car le Canada est le récipiendaire de la pollution de l'Europe de l'Est sous la forme de retombées d'une part, et aussi parce qu'il importe un large éventail de produits alimentaires de cette région du monde.

Les Grands Lacs et l'Europe de l'Est ont en commun certains problèmes environnementaux. Ceux-ci incluent notamment la contamination par les métaux lourds (en particulier plomb, mercure et arsenic) du fait de leurs activités économiques communes, le SO_2 , les NO_x , et les PST; les HAP, notamment le B(a)P; et les BPC. La contamination par le DDT et les dioxines a été mise en évidence dans la CÉI, mais on dispose de peu d'informations sur les incidences sur la santé de l'exposition à ces produits. Il existe une autre similitude en ce qui concerne la nature interjuridictionnelle de la pollution en Europe de l'Est et dans le bassin des Grands Lacs. En Europe de l'Est, les émissions atmosphériques polluantes émanant de la RFTS constituent un problème en Hongrie, les eaux polluées de la CÉI coulent jusqu'à la Pologne et les déchets toxiques produits en Allemagne de l'Ouest sont envoyés en Allemagne de l'Est. L'expérience acquise dans les Grands Lacs en matière de pollution transfrontalière, en particulier au niveau politique et législatif, pourrait être très précieuse. En ce qui concerne les arrangements institutionnels internationaux destinés à faire face à cette situation, la CMI et ARQEGL doivent servir de modèles pour un cadre similaire en Europe de l'Est.

À plusieurs égards, l'Europe de l'Est d'aujourd'hui ressemble à ce qu'était la région des Grands Lacs il y a 20 ans. Les études sur la santé entreprises jusqu'à présent en Europe de l'Est se sont penchées sur les effets des polluants atmosphériques conventionnels et, dans une moindre mesure, sur les métaux lourds. Si les niveaux d'exposition sont en général plus élevés en Europe de l'Est, les informations relatives aux effets sur la santé de ces substances pourraient cependant être utiles. Une proportion significative des données relatives aux impacts sur la santé met simplement en relation les taux d'incidence et les niveaux

d'exposition généralement élevés à une grande diversité de substances. On dispose de peu de données tangibles sur les relations cause-effet. On dispose de peu d'indications sur les incidences à long terme des faibles concentrations des polluants en général. De surcroît, peu de données exhaustives sur les expositions à bon nombre de substances importantes dans la région des Grands Lacs (c.-à-d. celles inscrites à la liste des polluants critiques) ont été compilées pour les pays d'Europe de l'Est.

Il n'existe actuellement aucune représentation complète de la situation sur le plan de la santé ou des niveaux d'exposition des habitants d'Europe de l'Est et de la CÉI. Dans le bassin des Grands Lacs, les préoccupations environnementales ont fait l'objet d'études depuis les 20 dernières années. Les sources ponctuelles de pollution, les problèmes associés à l'apport de substances nutritives et aux eaux usées non traitées, les précipitations acides et la réduction de la pollution atmosphérique par le recours à des épurateurs ne sont que quelques unes des questions qui ont été abordées au sein de la région. Actuellement, on se tourne de plus en plus vers la difficile tâche de gérer la pollution imputable aux sources diffuses et la contamination à long terme des substances toxiques persistantes.

Pour conclure sur une note plus optimiste, on constate un intérêt grandissant pour les incidences sur la santé de la détérioration de l'environnement en Europe de l'Est et dans la CÉI. Plusieurs échanges et conférences entre le milieu universitaire, les chercheurs scientifiques et divers experts de l'est et de l'ouest ont eu lieu. Le bureau européen de l'OMS a joué un rôle de chef de file en lançant différentes études sur la santé par le biais du projet Teplice. Un groupe de chercheurs scientifiques tchèques travaillera en collaboration avec l'EPA américaine, la Communauté européenne, l'OMS et le CIFC, entre autres, pour étudier la pollution atmosphérique et la santé dans les domaines suivants :

1. Étude des biomarqueurs de l'exposition et des risques de cancer
2. Étude des effets sur la reproduction
3. Étude des effets respiratoires
4. Étude des effets neurocomportementaux
5. Étude d'évaluation de l'exposition à la pollution atmosphérique.

Dans quelques années, on devrait disposer d'informations plus nombreuses et plus substantielles.

Ouvrages cités

- Avdeenko, N.V., A.A. Efimova, I.I. Balabolkin, Yu. D. Gubernsky, and E.V. Irodova. 1990. *Vliianie zagriazneniia vozdukhnoi sredy na rasprostranennost' i techenie allergicheskikh boleznei u detei*. (Effect of air pollution on the incidence and course of allergic diseases in children) *Pediatrici* (5):4-10.
- Belyakova, T.M., A.N. Guseinov and M.V. Ponarina. 1988. *Ekologicheskie aspekty krugovorota kantserogennykh PAU i tiazhelykh metallov v geokhimicheskikh landshaftakh basseina r. Ural*. (Ecologic aspects of the cycle of carcinogenic PAH and heavy metals in the geochemical landscapes of the Ural river basin) *Eksp Onkol*. 10(6):66.
- Beneš, V., V. Pěkný, J. Skořepa and J. Vrba. 1989. *Impact of Diffuse Nitrate Pollution Sources on Groundwater Quality - Some Examples from Czechoslovakia*. *Environmental Health Perspectives*. 83:5-24.
- Bilczuk, L., A. Gowin, Z. Ebertowska and H. Mach. 1991. *(Nitrate and nitrite contents in daily food rations of countryside children in the Puławy region)*. *Roczniki PZH*. 42(2):139-147.
- Bobak, M. 1991. *An ecological study on the association between air pollution and infant mortality and birth outcome in the Czech Republic in 1986-1988*. MSc thesis, London School of Hygiene and Tropical Medicine cited in C. Hertzman 1991. *Human health and the Physical Environment in Eastern Europe*
- Börzsönyi, M. 1990. *Environment and Health in Hungary*. in Levy, Barry S., C. Levenstein and A. Vernekar eds., *Environment and Health in Eastern Europe*. Edited Proceedings of the Symposium on Occupational and Environmental Health during Societal Transition in Eastern Europe. Pecs, Hungary, June 22-27, 1990. Management Sciences for Health, Boston.
- Börzsönyi, M., A. Bereczky, P. Rudnai, M. Csanady and A. Horvath. 1992. *Epidemiological studies on human subjects exposed to arsenic in drinking water in Southeast Hungary*. *Archives of Toxicology*. 66(1): 77-78.
- Charles, D. 1990. *East German Environment Comes into the Light*. *Science* 247:274-276.
- Chorąży, W., D. Śmigiel, K. Bliwert, R. Podsiadło and J. Filip. 1987. *Zawartosc niektórych metali ciezkich (Pb, Cd) w wybranych warzywach i owocach pochodzacych z roznych terenow gornoslaskiego okregu przemyslowego*. (The content of heavy metals in certain vegetables and fruit in various regions of the Upper Silesian Industrial district) *Roczniki PZH*. 38(6):485-490.
- Cikrt, M. 1990. *Environment and Health Research in Czechoslovakia: A Brief Overview*. p. 129 in Levy, Barry S., C. Levenstein and A. Vernekar eds., 1990. *Environment and Health in Eastern Europe*. Edited Proceedings of the Symposium on Occupational and Environmental Health during Societal Transition in Eastern Europe. Pecs, Hungary, June 22-27, 1990 Management Sciences for Health, Boston.
- Colborn, T.E., A. Davidson, S.N. Green, R.A. Hodge, C.I. Jackson and R. A. Liroff. 1990. *Great Lakes, Great Legacy?* Washington, D.C.: The Conservation Foundation; and Ottawa: The Institute for Research on Public Policy.
- Colitt, Leslie. 1984. *Katowice Pollution Doubled in Five Years*. *Financial Times of London*, 25 Oct. 1984 cited in Stanley J. Kabala 1985. "Poland: Facing the Hidden Costs of Development." *Environment*. 27(9):6.
- Council of Great Lakes Research Managers (CGLRM, 1991). 1991. *A Proposed Framework for Developing Indicators of Ecosystem Health for the Great Lakes Region*. CGLRM Report to the International Joint Commission.
- Csanady, M., G. Bozsai and Z. Deak. 1985. *(Arsenic occurrence in lowland subsurface water)*. *Egeszsegudomany*. 29:240-249.
- Eberstadt, N., 1989. *Health and mortality in Eastern Europe, 1965 to 1985*. in Pressures for Reform in the East European Economies. v.1 study papers submitted to the Joint Economic Committee of the Congress of the United States. Washington, D.C. 20 Oct. 1989.
- Falandysz, J., N. Yamashita, S. Tanahe and R. Taksukawa. 1992. *Isomer-specific analysis of PCBs including toxic coplanar isomers in canned cod livers commercially processed in Poland*. *Z Lebensm Unters Forsch*. 194(2):120-123.
- Fischhoff, Baruch. 1991. *Report from Poland: science and politics in the midst of environmental disaster*. *Environment* 33(2):12-37.
- French, Hilary F. 1990. *Green Revolutions: Environmental Reconstruction in Eastern Europe and the Soviet Union*. Worldwatch Institute, Washington, D.C.
- Friendly, A., and M. Feshbach. 1992. *Ecocide in the USSR: Health and Nature Under Siege*. Basic Books, New York.
- Gillham, R.W. 1990. *Nitrate contamination of groundwater in Southern Ontario and the evidence for denitrification*. p 181 in *Nitrate Contamination: Exposure, Consequence & Control*. proceedings of the NATO advanced research workshop held at Lincoln, Nebraska (USA) Sept. 9-14, 1990. Springer-Verlag, Berlin.
- Government of Canada. 1991. *Toxic Chemicals in the Great Lakes and Associated Effects*. (TCGLAE, 1991) Synopsis Vol. 1-2. Ottawa, Ontario.
- Graff, James L. 1992. *Socialism's Trash*. *Time* 139(22):38.

- Hertzman, C. 1991. *Human Health and the Physical Environment in Eastern Europe*. Report provided by WHO.
- Hodge, T., and P. Bubelis. 1991. *Great Lakes Basin: Pulling back from the brink*. in Government of Canada. 1991. *The State of Canada's Environment*. Ottawa, Ontario. 18-1.
- Hrubá, D., H. Dubský, J. Totušek and H. Koukalová. 1988. *Residues of Polychlorinated Biphenyls in Breast Milk of Women Non-Occupationally Exposed to PCB's*. Journal of Hygiene, Epidemiology, Microbiology and Immunology. 32(3):273-278.
- Jedrychowski, W., H. Becher, J. Wahrendorf and Z. Basa-Cierpielek. 1990. *A case-control study of lung cancer with special reference to the effect of air pollution in Poland*. Journal of Epidemiology and Community Health. 44:114-120.
- Johnson, K. 1992. *Birth Defect Prevalences in Ontario 1980-1989*. Data provided by K. Johnson - Health and Welfare Canada - Disease Surveillance and Risk Assessment - Birth Defect Section.
- Kabala, Stanley J. 1985. *Poland: Facing the Hidden Costs of Development*. Environment 27(9):6.
- Khublarian, Martin G. 1989. *Chemical Substance Transport in Soils and Its Effect on Groundwater Quality*. Environmental Health Perspectives. 83:31.
- Krelowska-Kulas, M. 1991. *Metal content in certain food products*. Die Nahrung. 35(4):363-367.
- Kramer, J.M. 1985. *The Environmental Crisis in Poland*. in Singleton, F. ed. 1987. *Environmental Problems in the Soviet Union and Eastern Europe*. p. 149. Lynne Rienner Publishers, Boulder/London.
- Kucerova, A., V. Lipkova, J. Liska, M. Ursinyova and R. Vanova. 1990. *vplyv zneisteného ovzdušia na výskyt ochoreni dyhacej sústavy u deti na Slovenska*. (the effect of air pollution on the occurrence of respiratory tract diseases in children in Slovakia) Cesk. Ped. 45(6):335-338.
- Kucharski, R., E. Marchwinska and Z. Piesak. 1989. *(the possibility of potato cultivation in the central part of the province of Katowice in view of population exposure)* Roczniki PZH. 40(2):131.
- Liroff, R. 1990. *Eastern Europe: Restoring a damaged environment*. EPA Journal. 16(4): 50-55.
- Martinović, J., Z. Simić, M. Gajić, D. Marković, M. Trifković, M. Mihajlović, and P. Nikolić. 1990. *Stanje kisajinih organa kod učenika iz sapa izlozenih povecanjom aerzagakjenju*. (The status of the respiratory organs in students in Sabac exposed to increased air pollution) Srp Arh Celok Lek. 118(1-2):11-16.
- Marzec, Z., and R. Buliński. 1990. *ocena prbrania kadmu, rteci I ołowiu z caŁodziennymi odŁworzonymi racjami pokarmowymi*. (assessment of cadmium, mercury and lead intake with daily reproduced food rations) Roczniki PZH. 41(1-2):35-38.
- Moldan, B. 1990. *Environment of the Czech Republic, Parts I and II*. Academic Publishing House, Prague. cited in Moldan, B. and J. Schnoor. 1992. *Czechoslovakia: Examining A Critically Ill Environment*. Environ. Sci. Technol. 26(1):14.
- Moldan, B. and J. Schnoor. 1992. *Czechoslovakia: Examining A Critically Ill Environment*. Environ. Sci. Technol. 26(1):14.
- Motor Vehicle Manufacturers Association (MVMA). 1990. *Facts and Figures '90*. Detroit. as cited in French, Hilary F. 1990. *Green Revolutions: Environmental Reconstruction in Eastern Europe and the Soviet Union*. Worldwatch Institute, Washington, D.C.
- Nadakavkaren, Anne. 1990. *Man & Environment: A Health Perspective*. Waveland Press Inc., Prospect Heights, Illinois.
- Norska-Borowka, Irena. 1990. *Poland: Environmental pollution and health in Katowice*. The Lancet 335: 1392.
- Orosz, Eva. 1990. *Public Health and the Environmental Crisis in Hungary*. in Levy, Barry S., C. Levenstein and A. Vernekar eds., 1990. *Environment and Health in Eastern Europe*. Edited Proceedings of the Symposium on Occupational and Environmental Health during Societal Transition in Eastern Europe. Pecs, Hungary, June 22-27, 1990 Management Sciences for Health, Boston.
- Pudlis, E. 1982. *Poland: Heavy metals pose serious health problems*. Ambio. 11(1):61-62.
- Rich, Vera. 1985. *Scientists' Warning on Ecology Disputed by a Polish Official*. The Chronicle of Higher Education 25 Sept 1985,40 cited in Kabala, Stanley J. 1985. *Poland: Facing the Hidden Costs of Development*. Environment 27(9):6.
- Rostowski, Jacek. 1984. *Environmental Deterioration in Poland, RAD Background Report/169(Poland), Radio Free Europe Research Report, 5 Sept 1984 cited in Kabala, Stanley J. 1985. Poland: Facing the Hidden Costs of Development*. Environment 27(9):6.
- Rudnai, P. 1991. *Morbidity and Air Pollution in Hungary*. in Levy, Barry S. ed., 1991. *Air Pollution in Central and Eastern Europe: Health and Public Policy*. Edited Proceedings of the Second Annual Symposium on Environmental and Occupational Health during Societal Transition in Central and Eastern Europe Frydek-Mistek, Northern Moravia, CSFR, June 14-19, 1991 Management Sciences for Health, Boston.

Russell, Jeremy. 1990. *Environmental Issues in Eastern Europe: Setting An Agenda*. Royal Institute of International Affairs and World Conservation Union, London.

Smigiel, D., W. Chorazy, K. Bliwert, J. Filip and R. Podsiadło. 1987. Zawartość metali ciężkich w racjach pokarmowych wydawanych w przedszkolach. (The levels of heavy metals in food rations given in nursery school) *Roczniki PZH* 38(6):480.

Sobelman, Michael. 1989. *Poland: The Ecological Tragedy of Upper Silesia*. Environmental Policy Review 3(2):28.

Sroczyński, J., F. Pietraszek, G. Krupa, A. Wegiel, G. Kuleszyńska and J. Skwarna. 1986. Charakterystyka zanieczyszczeń środowiska wybranych miejscowości GOP-u jako tła epidemiologicznego. *ANG.zd.ANG.zycy*. (Characteristics of environmental pollution in selected areas of the Upper Silesian Industrial Region as an epidemiologic background in arteriosclerosis) *Roczniki PZH* 37(6):503.

Svensson, B., A. Nilsson, M. Hansson, C. Rappe, B. Akesson and S. Skerfving. 1991. Exposure to dioxins and dibenzofurans through consumption of fish. *The New England Journal Of Medicine* 324(1):8.

Swift, Diana. 1990. Defect rate hit 40 percent in Latvian city. *The Medical Post*. (March 20):10.

TCGLAE, 1991 (see Government of Canada).

Torbus, O. and W. Kalaciński. 1989. Wpływ zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego i warunków materialno-bytowych na występowanie przewlekłych i nawracających chorób układu oddechowego u dzieci w wieku szkolnym. (Effect of air pollution and socioeconomic conditions on incidence of chronic and recurrent respiratory infections in school children) *Pneumonologia Polska* 57(10-12):464.

Tretjak, Z., C. Volavsek and S. Beckman. 1990. *Structural chromosome aberrations and industrial waste*. *Lancet* 235(8700):1288.

USSR State Committee for the Protection of Nature. 1989. *Report on the State of the Environment in the USSR 1988*. (RSEU, 1989). Moscow. translated for the US EPA.

Walsh, Michael P. 1990. *Motor Vehicle Pollution in Hungary: A Strategy for Progress*. World Bank, Arlington, Virginia. cited in French, Hilary F. 1990. Green Revolutions: Environmental Reconstruction in Eastern Europe and the Soviet Union. Worldwatch Institute, Washington, D.C.

Wagner, V., M. Wagnerová, V. Závazal and J. Kříž. 1990. Immunoglobulins and some serum proteins in children with altered resistance coming from areas with variously polluted atmosphere. *J. of Hygiene, Epidemiology, Microbiology and Immunology* 34(1):17.

Waters, R. 1990. *A New Dawn in Bohemia?* *Sierra* 75(3):34.

Wixtrom, R., and S. Brown. 1992. Individual and Population Exposures to Gasoline. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 2(1):23.

WHO Regional Office for Europe. 1989. *Environment and Health: The European Charter and Commentary*. WHO Regional Publications, Euro Series No.35: Copenhagen.

Wojtyniak B., and M. Wysocki. 1989. Chronic airways disease in Poland: recent trends. *Chest Supplement* 96(3): 324.

Wolfson, Z. 1990. *Central Asian Environment: A Dead End*. Environmental Policy Review. 4(1):29-46.

Yablokov, A.V. 1990. *The current state of the Soviet Environment*. Environmental Policy Review. 4(1):1-14.

Zalewski, W., K. Syrocka and K. Oprządek. 1989. (determination of the harmful elements in vegetables grown in Siedlce district). *Roczniki PZH* 40(1):16-20.

Zemlianaya, G.M. and D.G. Zaridze. 1990. Vliianie faktorov okruzhaiushchei sredy na zabolevaemost' rakom legkogo naseleniia krupnykh gorodov SSSR. (The influence of environmental factors on the lung cancer incidence in population of the USSR cities) *Eksp Onkol* 12(2):26-29.

Zommer-Urbańska, S., H. Bojarowicz and M. Kukliński. 1991. (the effect of emissions of the Sudety glassworks in Szczytna on lead and fluorine contents in some selected vegetables and fruits collected in 1989). *Roczniki PZH* 42(2):127-130.

Annexe II

Mandat du Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs

SECTION 1

Le Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs (ci-après nommé «le Conseil») relève de la Commission mixte internationale (ci-après appelée «la Commission»), établie conformément au Traité des eaux limitrophes de 1909, et du Conseil consultatif scientifique pour les eaux des Grands Lacs (ci-après appelé CCS), créé en vertu de l'Accord de 1978 relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs (ci-après appelé AQEGL).

SECTION 2

L'objectif général du Conseil est de renforcer la capacité du CCS et de la Commission d'exercer de façon efficace le leadership et d'assurer l'orientation, le soutien et l'évaluation des programmes de recherche des Grands Lacs, particulièrement des programmes préconisés ou financés en vertu des dispositions de l'AQEGL.

SECTION 3

Conformément à l'objectif général énoncé dans la Section 2, le Conseil peut :

- a) promouvoir la planification et la coordination interjuridictionnelle et interdisciplinaire des recherches liées à la mise en oeuvre de l'AQEGL.
- b) encourager la préparation de synthèses des découvertes effectuées au cours de recherches ainsi que leur diffusion dans les organismes gouvernementaux et non gouvernementaux touchés par la gestion des Grands Lacs, et informer les destinataires de l'incidence de ces découvertes sur le plan politique;
- c) répertorier et résumer les programmes de recherche actuels et prévus relativement à la mise en oeuvre de l'AQEGL;
- d) déterminer les besoins et établir les priorités en matière de recherche;
- e) évaluer de façon continue l'incidence de ses propres recommandations en matière de recherche et l'impact de celles du CCS, du Conseil de la qualité de l'eau des Grands Lacs et de la Commission.

SECTION 4

Membres du Conseil

- a) Les membres du Conseil sont choisis parmi les personnes responsables de

programmes de recherche relatifs à la mise en oeuvre de l'AQEGL, auxquelles s'ajoutent deux membres du CCS, désignés par cet organisme.

- b) Les futurs membres du Conseil peuvent être mis en candidature par le Conseil et par d'autres organismes pour examen par les coprésidents du Conseil, qui soumettent alors ces candidatures à la Commission aux fins d'étude et de nomination.
- c) Les membres du Conseil remplissent leur mandat suivant les directives de la Commission; cependant, ces mandats, généralement d'une durée de trois ans, sont échelonnés de façon à assurer la continuité.
- d) Les membres du Conseil, de même que les membres de groupes de travail relevant du Conseil, doivent remplir leur mandat en fonction de leurs aptitudes personnelles et professionnelles, et non en tant que représentants de leur employeur ou de l'organisme dont ils proviennent.
- e) Les membres du Conseil peuvent être choisis pour présider les groupes de travail du Conseil.

SECTION 5

Conseil

- a) Le Conseil peut établir les règles relatives à la convocation des réunions, qui ont lieu au moins une fois tous les six mois.
- b) Le Conseil doit prévoir la venue aux réunions de tout observateur qui en fait la demande et qui représente des autorités ou des organismes fédéraux, provinciaux, internationaux ou d'un État, aussi bien que des établissements industriels ou d'enseignement, ou d'autres organismes non gouvernementaux.
- c) Le Conseil doit encourager et inviter les membres du CCS, du Conseil de la qualité de l'eau des Grands Lacs et des autres institutions membres de la Commission à assister à la réunion du Conseil, s'il y a lieu.
- d) Le Conseil doit participer au processus biennal d'établissement des priorités de la Commission et doit soumettre à l'approbation de la Commission ses plans de travail et ses propositions budgétaires, y compris les propositions concernant la participation du

public, le cas échéant.

- e) Le Conseil doit participer, au besoin, aux activités des groupes de travail et des autres institutions créés par la Commission.
- f) Le Conseil peut, sur approbation de la Commission, créer ou modifier des groupes de travail relevant de cette dernière (constitués de membres du Conseil ou d'autres personnes), s'il le juge nécessaire pour s'acquitter efficacement de ses responsabilités.

SECTION 6

Coprésidents du Conseil

- a) Les coprésidents du Conseil sont nommés par la Commission et remplissent leurs fonctions selon ses directives.
- b) Les coprésidents siègent conjointement à la tête du Conseil et jouent un rôle actif dans le maintien des relations entre le Conseil et la Commission, ainsi qu'entre les membres du Conseil et le CCS, le Conseil de la qualité de l'eau des Grands Lacs, le Conseil consultatif international sur la qualité de l'atmosphère et les autres institutions membres de la Commission.
- c) Les coprésidents sont membres du comité exécutif du CCS.

SECTION 7

Le Conseil est tenu de rendre compte de ses activités à la Commission selon les conditions suivantes :

- a) au moins une fois par année pour l'ensemble de ses activités;
- b) périodiquement en ce qui a trait aux fonctions particulières énoncées dans la Section 3, soit de sa propre initiative, soit à la demande de la Commission.

SECTION 8

Le Secrétariat du Conseil se trouve au Bureau régional des Grands Lacs de la Commission, et tous les dossiers pertinents ainsi que les documents qui s'y rapportent doivent y être conservés.

SECTION 9

Le présent mandat entrera en vigueur sur approbation de la Commission.

Approuvé par la Commission le 9 avril 1991 Annexe III

Annexe III Conseil des gestionnaires de la recherche sur les Grands Lacs

Liste des membres

ÉTATS-UNIS

Dr. Jon G. Stanley, Director
(Coprésident)
U.S. Department of the Interior,
FWS Service
Nat'l Fisheries Center-Great Lakes
1451 Green Road
ANN ARBOR, Michigan 48105
(313) 994-3331/FTS: 378-1200
TÉLÉC. : (313) 994-8780

Dr. Alfred M. Beeton, Director
Great Lakes Environmental
Research Laboratory (GLERL)
National Oceanic and
Atmospheric Administration
2205 Commonwealth Boulevard
ANN ARBOR, Michigan 48105
(313) 741-2244/FTS: 378-2244
TÉLÉC. : (313) 741-2055

Dr. M. Grant Gross, Director
Ocean Sciences Division
National Science Foundation
Room 609, 1800 G Street, N.W.
WASHINGTON, D.C. 20550
(202) 357-9639/FTS: 357-9639
TÉLÉC. : (202) 357-7621

Dr. Barry L. Johnson,
Asst. Surgeon General
Assistant Administrator
Agency for Toxic Substances
and Disease Registry
1600 Clifton Road N.E.
Mail Stop E-28
ATLANTA, Georgia 30333
(404) 639-0700
TÉLÉC. : (404) 639-0744

Dr. John M. Laflen,
Laboratory Director
National Soil Erosion Research
Laboratory
USDA-Agriculture Research
Service
1196 SOIL Building
WEST LAFAYETTE, Indiana 47907-
1196
(317) 494-8673
FTS: 284-8673
TÉLÉC. : (317) 494-5948

Mr. Jan A. Miller
Environmental Engineer
U.S. Corps of Engineers
North-Central Division
111 North Canal Street
CHICAGO, Illinois 60606-7206
(312) 353-6354
TÉLÉC. : (312) 353-5439

Dr. Charles C. Remsen,
Professor of Biological Sciences
and Director
Center for Great Lakes Studies
University of Wisconsin
600 East Greenfield Avenue
MILWAUKEE, Wisconsin 53204
(414) 382-1700
TÉLÉC. : (414) 382-1705

Dr. Jeffrey M. Reutter, Director
Ohio Sea Grant College Program
Ohio State University
Research Centre
1314 Kinnear Road, Room 1541
COLUMBUS, Ohio 43212
(614) 292-8949
TÉLÉC. : (614) 292-4364

Ms. Judith Stockdale
Executive Director
Great Lakes Protection Fund
35 East Wacker Drive
Suite 1880
CHICAGO, Illinois 60601
(312) 201-0660
TÉLÉC. : (312) 201-0683

Mr. Nelson Thomas
U.S. EPA
Environmental Research
Laboratory-Duluth
6201 Congdon Blvd.
DULUTH, Minnesota 55804
(218) 720-5702/FTS: 780-5702
TÉLÉC. : (218) 720-5539

Dr. Robert G. Werner, Professor
Great Lakes Research
Consortium
State University of New York
Environmental Sciences - Forestry
242 Illick
SYRACUSE, New York 13210
(315) 470-6804/470-6743 Secr'ty
TÉLÉC. : (315) 470-6779

CANADA

R. Hickman (Coprésident)
Centre d'hygiène du milieu
Santé et Bien-être social Canada
Parc Tunney, bureau 103
OTTAWA (Ontario) K1A 0L2
(613) 954-0291
TÉLÉC. : (613) 952-9798

D^r Roderick J. Allan, Directeur
Direction de la recherche sur les lacs
Institut national de recherche sur les
eaux
Centre canadien des eaux intérieures
C.P. 5050, 867 chemin Lakeshore
BURLINGTON (Ontario) L7R 4A6
(416) 336-4678/4782
TÉLÉC. : (416) 336-6430

D^r Laure Benzing-Purdie, Directeur
Division des services et des incitatifs
gouv.
Direction générale des politiques
Agriculture Canada
Édifice Sir John Carling
930, avenue Carling
OTTAWA (Ontario) K1A 0C5
(613) 995-5880
TÉLÉC. : (613) 996-8586

Mme Judy Orendorf (Membre/a)
Fisheries Research Section
Fisheries Policy Branch
Ministère des ressources naturelles de
l'Ontario
90 Sheppard Ave. E. Fifth Floor
North York (Ontario) M2N 3A1
(416) 314-0893
TÉLÉC. : (416) 314-1140

Mme Lynn Cleary
Centre Saint-Laurent
Environnement Canada
105, McGill, 4^e étage
MONTREAL (Québec) H2Y 2E7
(514) 283-9996
TÉLÉC. : (514) 283-9451

D^r John M. Cooley, Directeur
Laboratoire des Grands Lacs pour les
pêches et les sciences aquatiques
Centre canadien des eaux intérieures
C.P. 5050, 867 chemin Lakeshore
BURLINGTON (Ontario) L7R 4A6
(416) 336-4568
TÉLÉC. : (416) 336-6437

Denis Croux
Directeur
Division des subventions à la recherche
Conseil de recherches en sciences
humaines
255, rue Albert
C.P. 1610
OTTAWA (Ontario) K1P 6G4
(613) 992-3027/992-3145
TÉLÉC. : (613) 992-1787

Steve G. Curtis
Directeur régional
Service canadien de la faune
Environnement Canada
Conservation et Protection
49, chemin Camelot
NEPEAN (Ontario) K1A 0H3
(613) 952-2417
TÉLÉC. : (613) 952-9027

Douglas Haffner
Directeur
Great Lakes Institute
University of Windsor
304 Sunset
WINDSOR, Ontario N9B 3A9
(519) 253-4232 (poste 3449/ 2732)
TÉLÉC. : (519) 971-3609

John Neate
Chef des opérations
Centre de technologie des eaux usées
C.P. 5068, 867 chemin Lakeshore
BURLINGTON (Ontario) L7R 4L7
(416) 336-4740/4770
TÉLÉC. : (416) 336-8912

Gerry Rees
Directeur adjoint
Direction des ressources en eau
Ministère de l'environnement de
l'Ontario
40, avenue St. Clair ouest
TORONTO (Ontario) M4W 1M2
(416) 314-3025
TÉLÉC. : (416) 314-4128

PERSONNES-RESSOURCES

Bruce Bandurski
Commission mixte internationale 1250
23rd Street, N.W., Suite 100
WASHINGTON, D.C. 20440
(202) 736-9000
TÉLÉC. : (202) 736-9015

D^r A. Hamilton
Commission mixte internationale
100, rue Metcalfe, 18^e étage
OTTAWA (Ontario) K1P 5M1
(613) 995-2984
TÉLÉC. : (613) 993-5583

TÂCHES DE SECRÉTARIAT

Peter Seidl
Biologiste
Commission mixte internationale
Bureau régional des Grands Lacs
100, avenue Ouellette, 8^e étage
WINDSOR (Ontario) N9A 6T3
(519) 257-6711 (Windsor)
(313) 226-2170 (Detroit)
TÉLÉC. : (519) 257-6740

Annexe IV

Les publications de la Cmi suivantes résultent des initiatives du Conseil de 1985 à 1993

PCBs: A Case Study. Proceedings of a Workshop on Great Lakes Research Coordination, 20 au 22 novembre 1985. Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs. Windsor (Ontario), février 1988.

Remedial Action Plan Research Needs. Rapport présenté au Conseil consultatif scientifique pour les eaux des Grands Lacs par C.B. Gray et D. Rathke. Windsor (Ontario), octobre 1988.

Proceedings of the Workshop on Cause-Effect Linkages held March 1989. Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs. Windsor (Ontario), mars 1989.

Great Lakes 2000: Building a Vision. Summary Report of the Workshop of the Council of Great Lakes Research Managers on Futures. Windsor (Ontario), juillet 1991.

Great Lakes 2000: Building a Vision. Proceedings of the Workshop on the Council of Great Lakes Research Managers on Futures, 20 au 22 septembre 1989. Windsor (Ontario), juillet 1991.

Un cadre proposé pour la formulation d'indicateurs de l'intégrité de l'écosystème pour la région des Grands Lacs. Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs. Windsor (Ontario), juillet 1991.

Report on an Ecosystem Framework Roundtable held July 28-31, 1991. Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs. Windsor (Ontario) (version préliminaire).

Les Grands Lacs et le Saint-Laurent - Inventaire de la recherche 1990-1991. Compilé par le Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs. Windsor (Ontario), avril 1992.

Élaboration d'un cadre pour un modèle écosystémique pour les Grands Lacs et le Saint-Laurent. Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs. Windsor (Ontario), 1992.

Les Grands Lacs et le Saint-Laurent - Inventaire de la recherche 1991-1992. Compilé par le Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs. Windsor (Ontario), avril 1993 (sous presse).

Health Effects in Eastern Europe. Conseil des gestionnaires de la recherche des Grands Lacs, juin 1993 (version préliminaire).

Annexe V

Codes de classification utilisés dans les Inventaires de la recherche

<p>1.0 Substances toxiques</p> <p>1.01 Substances polluantes</p> <p>1.01.01 Identification</p> <p>1.01.02 Propriétés physico-chimiques</p> <p>1.01.03 Mise au point et évaluation de méthodes d'analyse ou d'échantillonnage</p> <p>1.02 Sources ou apports</p> <p>1.02.01 Non précisés</p> <p>1.02.02 Industriels</p> <p>1.02.03 Utilisation de produits chimiques</p> <p>1.02.04 Transport de produits chimiques</p> <p>1.02.05 Stations d'épuration des eaux usées</p> <p>1.02.06 Incinération</p> <p>1.02.07 Urbains</p> <p>1.02.08 Agricoles</p> <p>1.02.09 Décharges</p> <p>1.02.10 Installations d'élimination isolées</p> <p>1.02.11 Atmosphère</p> <p>1.03 Concentrations, transport et devenir dans le milieu physique</p> <p>1.03.01 Atmosphère ou transport et dépôt atmosphériques</p> <p>1.03.02 Eaux de surface (eau, sédiments ou sédiments en suspension)</p> <p>1.03.03 Sols ou eaux souterraines</p> <p>1.03.04 Modélisation</p> <p>1.04 Exposition</p> <p>1.04.01 Voies d'entrée et cheminement dans les organismes</p> <p>1.04.02 Concentrations dans les organismes</p> <p>1.04.02.01 Taxons non précisés</p> <p>1.04.02.02 Bactéries</p> <p>1.04.02.03 Phytoplancton</p> <p>1.04.02.04 Macrophytes</p> <p>1.04.02.05 Zooplancton</p> <p>1.04.02.06 Benthos</p> <p>1.04.02.07 Poissons</p> <p>1.04.02.08 Amphibiens ou reptiles</p> <p>1.04.02.09 Oiseaux</p> <p>1.04.02.10 Mammifères</p> <p>1.04.02.11 Êtres humains</p> <p>1.04.02.12 Banques d'échantillons</p> <p>1.04.03 Toxicocinétique, dynamique du réseau trophique</p> <p>1.04.04 Indicateurs de contamination</p> <p>1.04.05 Recherche socio-économique</p> <p>1.04.06 Recherche juridique</p>	<p>1.05 Effets</p> <p>1.05.01 Généraux (non précisés)</p> <p>1.05.02 Effets sur l'écosystème</p> <p>1.05.03 Effets sur les communautés</p> <p>1.05.04 Effets sur les populations ou les individus</p> <p>1.05.04.01 Taxons non précisés</p> <p>1.05.04.02 Bactéries</p> <p>1.05.04.03 Phytoplancton</p> <p>1.05.04.04 Macrophytes</p> <p>1.05.04.05 Zooplancton</p> <p>1.05.04.06 Benthos</p> <p>1.05.04.07 Poissons</p> <p>1.05.04.08 Amphibiens ou reptiles</p> <p>1.05.04.09 Oiseaux</p> <p>1.05.04.10 Mammifères</p> <p>1.05.04.11 Êtres humains</p> <p>1.05.05 Toxicologie à l'échelle cellulaire ou moléculaire</p> <p>1.05.06 Modèles ou prévisions relatifs aux effets</p> <p>1.05.07 Indicateurs</p> <p>1.05.08 Évaluation du danger ou des risques</p> <p>1.05.09 Recherches socio-économiques</p> <p>1.05.10 Recherches juridiques</p> <p>1.06 Action correctrice et gestion</p> <p>1.06.01 Méthodes de correction ou de traitement</p> <p>1.06.01.01 Générales (non précisées)</p> <p>1.06.01.02 Bioessais</p> <p>1.06.02 Sédiments contaminés</p> <p>1.06.02.01 Générales (non précisées)</p> <p>1.06.02.02 Immersion dans des contenants fermés</p> <p>1.06.02.03 Prise en masse</p> <p>1.06.02.04 Traitement chimique</p> <p>1.06.02.05 Photodégradation</p> <p>1.06.02.06 Traitement biologique</p> <p>1.06.02.07 Enlèvement et traitement</p> <p>1.06.03 Déchets industriels et eaux usées</p> <p>1.06.04 Sol et eaux souterraines</p> <p>1.06.05 Eaux usées</p> <p>1.06.06 Eaux pluviales</p> <p>1.06.07 Ruissellement agricole</p> <p>1.06.08 Décharges et installations d'élimination isolées</p> <p>1.06.09 Déversements</p> <p>1.06.10 Milieux humides et habitats</p> <p>1.06.11 Évaluation de l'efficacité</p> <p>1.06.12 Prévention</p> <p>1.06.13 Recherches socio-économiques</p> <p>1.06.14 Recherches juridiques</p>
---	---

2.0 Eutrophisation

- 2.01 Sources
- 2.02 Concentration, transport et devenir des polluants dans le milieu physique
 - 2.02.01 Atmosphère
 - 2.02.02 Eaux de surface (eaux, sédiments)
 - 2.02.03 Sol ou eaux souterraines
- 2.03 Effets
- 2.04 Action correctrice et gestion
 - 2.04.01 Méthodes de correction et de traitement
 - 2.04.02 Prévention
 - 2.04.03 Évaluation de l'efficacité
- 2.05 Recherches socio-économiques
- 2.06 Recherches juridiques

3.0 Espèces non indigènes

- 3.01 Propagation et distribution
- 3.02 Biologie et cycle de vie
- 3.03 Effets sur l'écosystème
- 3.04 Lutte et atténuation
- 3.05 Prévention de l'introduction
- 3.06 Recherches socio-économiques

4.0 Changements climatiques

- 4.01 Recherche fondamentale
- 4.02 Fonctions de forçage
- 4.03 Effets du milieu physique
- 4.04 Effets sur les populations biologiques
- 4.05 Répercussions socio-économiques
- 4.06 Stratégies de réduction des impacts

5.0 Processus et composantes de l'écosystème

- 5.01 Milieu physique (composantes et processus)
- 5.02 Organismes (taxinomie, répartition, cycle de vie et écologie)
 - 5.02.01 Taxons non précisés
 - 5.02.02 Bactéries
 - 5.02.03 Phytoplancton
 - 5.02.04 Macrophytes
 - 5.02.05 Zooplancton
 - 5.02.06 Benthos
 - 5.02.07 Poissons
 - 5.02.08 Amphibiens et reptiles
 - 5.02.09 Oiseaux
 - 5.02.10 Mammifères
 - 5.02.11 Êtres humains
- 5.03 Habitat (cartographie, classification, évaluation)
- 5.04 Processus écologiques et fonctionnement de l'écosystème
- 5.05 Intégrité de l'écosystème
- 5.06 Recherches socio-économiques

6.0 Autres effets et problèmes nouveaux

- 6.01 Fluctuation du niveau des eaux
- 6.02 Pollution due aux agents pathogènes et aux bactéries
- 6.03 Érosion et sédimentation
- 6.04 Pratiques agricoles
- 6.05 Effets de l'exploitation forestière
- 6.06 Apports thermiques
- 6.07 Apports de saumure
- 6.08 Radionucléides
- 6.09 Impacts de l'utilisation des terres
- 6.10 Autres

7.0 Éducation

8.0 Soutien logistique

